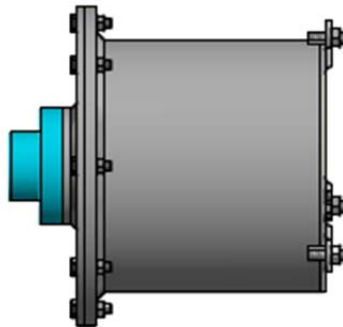




**PROSES FABRIKASI CETAKAN *HORIZONTAL CENTRIFUGAL*
CASTING ALUMINIUM**

PROYEK AKHIR

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Guna Memperoleh
Gelar Ahli Madya**



Disusun Oleh :

NURCAHYO

13508134001

**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

PROYEK AKHIR

PROSES FABRIKASI CETAKAN *HORIZONTAL CENTRIFUGAL* *CASTING ALUMINIUM*

Disusun Oleh:

NURCAHYO
13508134001

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta Untuk
Memenuhi Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya
Program Studi Teknik Mesin

Yogyakarta, Mei 2016
Menyetujui Dosen Pembimbing



Dr. Riswan Dwi Djatmiko, M.Pd.
NIP : 19640302 198901 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

PROYEK AKHIR

**PROSES FABRIKASI CETAKAN *HORIZONTAL CENTRIFUGAL*
CASTING ALUMINIUM**

Disusun Oleh :

NURCAHYO

13508134001

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Proyek Akhir Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 20 Mei 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk memperoleh Gelar Ahli Madya
Program Studi Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI


Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1. Ketua Penguji	Drs, Riswan Dwi Djatmiko, M.Pd.		07/06/16
2. Sekretaris Penguji	Febrianto Amri Ristadi, M.Eng.Sc., M.Eng.		07/06/16
3. Penguji Utama	Arianto Leman Soemowidagdo, M.T.		27/5/16

Yogyakarta, 08 Juni 2016

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta




Dr. Moch Bruri Triyono, M.Pd.

NIP. 19560216 198603 1 003

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nurcahyo
NIM : 13508134001
Jurusan : Pendidikan Teknik Mesin/Teknik Mesin (D3)
Fakultas : Teknik
Judul : Proses Fabrikasi Cetakan *Horizontal Centrifugal Casting* Aluminium

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang sama yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Mei 2016

Yang menyatakan,



Nurcahyo

NIM. 13508134001

MOTTO

“Jangan pernah merobohkan pagar tanpa pernah mengetahui mengapa pagar tersebut didirikan. Jangan sampai mengabaikan tuntunan kebaikan tanpa mengetahui keburukan apa yang kemudian akan anda dapat.”

(Mario Teguh)

“Hidup hanya sekali, maka hiduplah yang berarti dan berguna bagi sesama serta lingkungan”

(Nurchahyo)

“Jika kamu tidak bersemangat melanjutkan apa yang kamu kerjakan saat ini, ingatalah apa alasan dan bagaimana kamu memulai pekerjaan itu”

(Nurchahyo)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT, serta shalawat kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, karya tulis ini dipersembahkan untuk:

Kedua orang tua, Bapak **Sarjuli** dan Ibu **Sunarti** yang telah memberikan doa, semangat, dan pengorbanan yang tak terhingga kepada penulis.

Kakak, **Yunianto** yang telah memberikan semangat dan membantu segala hal.

Semua dosen jurusan Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta yang sudah memeberikan ilmu serta waktunya kepada penulis.

Teman-teman satu kelompok, **Bondan Aji Yoga Brata** dan **Ahmad Munir** yang telah memberikan semangat dan motifasi untuk mengerjakan Laporan Tugas Akhir ini.

Semua teman seperjuangan yang telah memberikan bantuan dan kerja sama dalam pembuatan Proyek Akhir ini serta menjadi *team work* dalam perkuliahan di Universitas Negeri Yogyakarta.

PROSES FABRIKASI CETAKAN *HORIZONTAL CENTRIFUGAL* CASTING ALUMINIUM

Oleh :

Nurchahyo
13508134001

ABSTRAK

Tujuan dari penyusunan proyek akhir ini adalah : Mengetahui kesesuaian bahan yang digunakan untuk cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium dengan desain. Mengetahui mesin dan peralatan yang digunakan untuk membuat cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium. Mengetahui urutan proses fabrikasi pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting*. Mengetahui kinerja dari hasil pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium. Mengetahui bagaimana hasil pengecoran setelah dilakukan uji kekerasan vickers.

Metode yang digunakan dalam pembuatan *horizontal centrifugal casting* aluminium untuk kontruksi cetakan meliputi identifikasi gambar kerja, identifikasi bahan, identifikasi mesin dan peralatan yang digunakan, serta identifikasi urutan proses pengerjaan.

Bahan yang dibutuhkan untuk membuat cetakan *horizontal centrifugal casting* adalah St 34, St 42 dan St 50 yang terdiri dari plat besi diameter 280 mm dan tebal 10 mm, plat besi diameter 220 mm dan tebal 10 mm, plat besi diameter 110 mm dan tebal 20 mm, pipa diameter 8 inch dan tebal 8 mm. Alat dan mesin yang digunakan untuk pembuatan cetakan bagian fabrikasi adalah mistar baja, jangka, busur, penggores, penitik, palu, *clamp*, mesin las SMAW, mesin gerinda tangan, mesin bor. Proses fabrikasi cetakan *horizontal centrifugal casting* dimulai dengan proses identifikasi gambar, identifikasi bahan dan proses pembuatan rencana urutan pengerjaan. Proses perakitan dengan dua cara yaitu dengan mengikat dengan mur dan baut M 10 X 1.25 panjang 30 mm serta dengan pengelasan dilakukan menggunakan mesin las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*). Pengelasan dilakukan dengan *tack weld* terlebih dahulu, setelah posisi sesuai dengan yang direncanakan lakukan pengelasan *root pass* dengan elektroda E 7016 Ø2,6 kemudian *cover pass* dengan elektroda E7018 Ø3.2. Proses *finishing* pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* yaitu dengan proses pengamplasan, dan pengecatan dengan cat tahan panas. Kinerja dari cetakan *horizontal centrifugal casting* adalah cetakan tidak oleng pada saat mesin diputar dan mampu digunakan untuk pengecoran aluminium. Hasil pengecoran yang sudah diuji kekerasan Vickers menunjukkan bahwa aluminium yang dicor dengan metode *centrifugal casting* lebih keras dibanding dengan metode *gravity casting* yaitu 95,76kg/mm² berbanding 79,53kg/mm².

Kata kunci : cetakan, aluminium, *horizontal centrifugal casting*

KATA PENGANTAR

Puji dan sukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan Rahmat serta Hidayah-Nya, sehingga penyusunan laporan Proyek Akhir yang berjudul “PROSES FABRIKASI CETAKAN *HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING* ALUMINIUM ” dapat terselesaikan.

Laporan ini dibuat untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Ahli Madya Teknik di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Program Studi D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Penyusunan, pembuatan dan penyelesaian Laporan Proyek Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Dr. Moch. Bruri Triyono, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Dr. Sutopo, M.T, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY.
3. Aan Ardian, M.Pd, selaku Ketua Program Pendidikan D3 Teknik Mesin FT UNY
4. Arif Marwanto, M.Pd., selaku Koordinator Proyek Akhir Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY.
5. Drs. Riswan Dwi Djatmiko, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir.
6. Nurdjito, M.Pd., selaku Dosen Penasihat Akademik .
7. Segenap staff dan karyawan di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY.
8. Rekan-rekan satu kelompok Proyek Akhir (Bondan Aji Yoga Brata dan Ahmda Munir) terima kasih atas kerjasama dan kebersamaannya.
9. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Teknik Mesin FT UNY.

10. Bapak, Ibu, Kakak, dan serta segenap keluarga atas doa dan semangat yang telah diberikan.

11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Proyek Akhir ini.

Penulis menyadari laporan Proyek Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Amin.

Yogyakarta, Maret 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan.....	4
F. Manfaat.....	5
1. Bagi Mahasiswa	5
2. Bagi Perguruan Tinggi	5
3. Bagi Dunia Pendidikan	6
G. Keaslian.....	6
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	8
A. Identifikasi Gambar	8
B. Identifikasi Bahan	9

C. Identifikasi Mesin dan Alat.....	10
1. Proses pengukuran dan penandaan bahan	10
2. Proses pemotongan	17
3. Proses pengeboran	19
4. Proses perakitan dan pengelasan	20
5. Proses pengerjaan permukaan dan pelapisan	35
6. Peralatan bantu	37
 BAB III KONSEP PEMBUATAN	 39
A. Konsep Umum Pembuatan Produk	39
1. Proses mengubah bentuk bahan	39
2. Proses pemotongan	40
3. Proses pengurangan volume bahan.....	41
4. Proses penyambungan	43
5. Proses penyelesaian permukaan	43
 B. Konsep Pembuatan Cetakan <i>Horizontal Centrifugal Casting</i>	 44
1. Proses <i>marking out</i>	44
2. Proses pengurangan volume bahan.....	45
3. Proses perakitan	46
4. Proses penyelesaian permukaan	49
 BAB IV PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN.....	 50
A. Diagram Alir Pembuatan Cetakan	50
B. Visualisasi Langkah Pengerjaan	51
1. Identifikasi gambar kerja	51
2. Mesin yang digunakan	53
3. Alat yang digunakan	53
4. Perencanaan pemotongan	53
5. Tindakan keselamatan.....	55

6. Langkah kerja proses pembuatan cetakan.....	55
C. Uji Fungsional.....	72
1. Uji dimensi.....	72
2. Uji fungsi.....	72
D. Uji Kinerja.....	73
E. Pembahasan	77
1. Cetakan <i>horizontal centrifugal casting</i>	77
2. Proses dan hasil pengecoran.....	80
F. Analisa Alat dan Hasil Pengecoran.....	82
1. Alat	82
2. Proses dan hasil pengecoran.....	82
G. Kelemahan Alat.....	83
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 84
A. Kesimpulan	84
B. Saran.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar.1 <i>Horizontal Centrifugal Casting Aluminium</i>	8
Gambar.2 Cetakan	8
Gambar.3 Pandangan Cetakan.....	9
Gambar.4 Mistar Baja.....	11
Gambar.5 Jangka Tusuk	12
Gambar.6 Busur Baja	13
Gambar.7 Penggores.....	13
Gambar.8 Penitik	14
Gambar.9 Penitik Garis	15
Gambar.10 Penitik Pusat	15
Gambar.11 Palu Lunak	16
Gambar.12 Palu Keras	17
Gambar.13 Mesin Gergaji	18
Gambar.14 Mesin Gerinda Tangan.....	19
Gambar.15 Mata Gerinda Rata	19
Gambar.16 Mata Gerinda Potong	19
Gambar.17 Mesin Bor	20
Gambar.18 Mata Bor	20
Gambar.19 Penunjuk Ulir Metris	22
Gambar.20 Mesin Las Busur Listrik	23
Gambar.21 Skema Proses SMAW.....	24
Gambar.22 <i>Heat Input</i> Arus AC.....	25
Gambar.23 Polaritas DCSP	26
Gambar.24 Polaritas DCRP	26
Gambar.25 Bentuk Kampuh Las	33
Gambar.26 Gerinda	35
Gambar.27 Amplas	36
Gambar.28 Cat Semprot	36
Gambar.29 <i>Clamp</i>	37

Gambar.30 Ragum.....	38
Gambar.31 <i>Smith Tang</i>	38
Gambar.32 Sikat Baja.....	39
Gambar.33 Pahat	39
Gambar.34 Cetakan	51
Gambar.35 <i>Setting</i> Cetakan dan Corong	75
Gambar.36 Pemanasan Cetakan dan Corong	75
Gambar.37 Penuangan Aluminium	76
Gambar.38 Pendinginan Aluminium	76
Gambar.39 Pengeluaran Aluminium	76
Gambar.40 Hasil Pengecoran	77
Gambar.41 Permukaan Dalam	81
Gambar.42 Permukaan Luar	81
Gambar.43 Penampang Hasil Pengecoran	82

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Nama Bagian Horizontal <i>Centrifugal Casting Aluminium</i>	8
Tabel 2 Nama Komponen Cetakan	9
Tabel 3 Ukuran Kebutuhan Bahan Cetakan	10
Tabel 4 Hubungan Ketebalan Bahan Elektroda dan Arus	27
Tabel 5 Karakteristik Digit Keempat Tipe Selaput dan Arus	29
Tabel 6 Ketentuan Pemilihan Elektroda dan Arus yang Digunakan	30
Tabel 7 Macam-macam Sambungan dan Simbol Las	31
Tabel 8 Cacat-cacat pada Pengelasan	33
Tabel 9 Nama Komponen Cetakan dan Gambar	52
Tabel 10 Kebutuhan Bahan	54
Tabel 11 Pembuatan Komponen Cetakan	56
Tabel 12 Proses Perakitan dan Pengelasan Cetakan	59
Tabel 13 Proses Pengecatan	71
Tabel 14 Selisih Ukuran Cetakan	72
Tabel 15 Hasil Uji Kekerasan Vickers	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Bimbingan	88
Lampiran 2. Gambar Kerja	90
Lampiran 3. Foto Proses Pembuatan.....	104
Lampiran 3. Foto Proses Uji Kinerja Cetakan	105
Lampiran 4. Foto Hasil Pengecoran.....	106
Lampiran 5. Perhitungan Uji Kekerasan Vickers Bahan Cetakan	107
Lampiran 6. Perhitungan Uji kekeraan Vickers Hasil Pengecoran	110
Lampiran 7. Tabel DIN 17100	112
Lampiran 8. Kapasitas Mesin.....	113

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dewasa ini banyak industri yang bergerak dalam bidang manufaktur. Manufaktur merupakan suatu proses untuk mengubah bahan mentah menjadi barang jadi yang siap dijual dengan mengaplikasikan mesin, peralatan dan tenaga kerja. Beberapa contoh produk manufaktur diantaranya mobil, motor, pesawat, dan sebagainya. Proses manufaktur melibatkan beberapa bidang keahlian, salah satunya adalah pengecoran.

Pengecoran merupakan suatu proses membuat benda dengan cara meleburkan logam dan menuangkannya kedalam cetakan. Logam yang digunakan dapat berupa logam *ferro* dan *nonferro*. Beberapa contoh produk pengecoran diantaranya pipa, blok mesin, penggorengan, velg, dan sebagainya.

Permasalahan yang sering dihadapi pengrajin coran silinder aluminium lokal yaitu banyaknya cacat coran, hal ini dikarenakan proses pengecoran yang masih menggunakan cara *gravity casting*. *Gravity casting* merupakan proses *casting* paling dasar, yaitu dengan menuangkan logam cair ke dalam cetakan dan memanfaatkan gravitasi bumi untuk memenuhi cetakannya, jadi kunci utama metode *gravity casting* adalah pada desain cetakan yang benar-benar memperhitungkan arah gravitasi sehingga kepadatan bentuk bisa didapat. Cacat coran yang sering muncul diantaranya

cacat salah alir, rongga udara dan rongga penyusutan. Cacat coran tersebut akan memberikan pengaruh pada kualitas coran yang kurang baik.

Perbaikan metode proses pengecoran terus dilakukan untuk menghasilkan produk coran yang berkualitas, salah satunya adalah metode *centrifugal casting*. *Centrifugal casting* adalah metode pengecoran dimana logam cair di tuangkan pada sebuah cetakan yang berputar dengan kecepatan tertentu. Prinsip dari metode *centrifugal casting* yaitu pengecoran dilakukan dengan cara menuangkan logam cair kedalam cetakan yang berputar, akibat gaya sentrifugal logam cair akan terdistribusi kedinding rongga cetakan dan kemudian membeku. *Centrifugal casting* sendiri terbagi menjadi dua posisi yaitu vertikal dan horizontal.

Vertical centrifugal casting adalah proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar pada posisi *vertical*. Sedangkan *horizontal centrifugal casting* adalah proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar pada posisi *horizontal*.

Dengan memanfaatkan mesin bubut maka dikembangkan suatu alat atau cetakan pengecoran logam dengan metode *centrifugal casting* yang dapat dipasang pada mesin bubut. Memanfaatkan mesin bubut untuk memutar cetakan, maka jenis *centrifugal casting* yang dikembangkan adalah pada posisi *horizontal*.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana desain kontruksi *horizontal centrifugal casting* yang baik?
2. Bagaimana desain kontruksi cetakan *horizontal centrifugal casting* yang baik?
3. Bagaimana cara mengidentifikasi gambar kerja *horizontal centrifugal casting*?
4. Bagaimana cara mengidentifikasi gambar kerja cetakan *horizontal centrifugal casting*?
5. Bagaimana kesesuaian bahan dengan desain untuk kontruksi cetakan *horizontal centrifugal casting*?
6. Komponen apa saja yang terdapat pada cetakan *horizontal centrifugal casting*?
7. Bagaimana urutan pengerjaan pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* pada bagian fabrikasi?
8. Bagaimana hasil pengecoran setelah dilakukan uji kekerasan vickers?

C. Batasan Masalah

Melihat dari identifikasi masalah yang dipaparkan di atas maka pembahasan pada laporan ini dikhususkan pada “Proses Fabrikasi cetakan *horizontal centrifugal casting* dan analisis hasil pengecoran”.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kesesuaian bahan yang digunakan dengan desain cetakan *horizontal centrifugal casting*?
2. Mesin dan alat apa saja yang digunakan untuk proses fabrikasi pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting*?
3. Bagaimana urutan pengerjaan pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* pada proses fabrikasi?
4. Bagaimana kinerja cetakan *horizontal centrifugal casting*?
5. Bagaimana hasil pengecoran setelah dilakukan uji kekerasan vickers?

E. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan di atas, maka tujuan pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* tersebut antara lain:

1. Mengetahui kesesuaian bahan yang digunakan pada cetakan *horizontal centrifugal casting* dengan desain.
2. Mengetahui mesin dan alat apa saja yang digunakan dalam proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* bagian fabrikasi.
3. Mengetahui urutan pengerjaan pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* yang baik dan benar.
4. Mengetahui kinerja dari cetakan *horizontal centrifugal casting*.
5. Mengetahui hasil pengecoran setelah dilakukan uji kekerasan vickers.

F. Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari Proyek Akhir adalah :

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Memenuhi mata kuliah Proyek Akhir yang wajib ditempuh untuk mendapatkan gelar ahli madya D-3 Teknik Mesin UNY.
 - b. Perwujudan nyata terhadap penerapan teori dan keterampilan kerja praktik yang diperoleh selama melaksanakan perkuliahan.
 - c. Mengembangkan, memodifikasi atau menciptakan karya yang bermanfaat bagi kegiatan praktik pengecoran.
2. Bagi Perguruan Tinggi
 - a. Dapat memberikan informasi terbaru khususnya oleh teknik mesin UNY tentang inovasi teknologi tepat guna kepada institusi perguruan tinggi lain
 - b. Meningkatkan peran serta Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dalam mengembangkan wawasan bidang keilmuan
 - c. Sebagai salah satu wujud Tri dharma perguruan tinggi
3. Bagi Dunia Pendidikan
 - a. Diharapkan mampu memberikan kontribusi yang positif terhadap pengembangan aplikasi ilmu dan teknologi, khususnya pada program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
 - b. Menambah perbendaharaan dari *horizontal centrifugal casting*.

G. Keaslian

Horizontal centrifugal casting ini merupakan modifikasi dari *horizontal centrifugal casting* yang ada sebelumnya. Modifikasi dilakukan dengan mengganti kancing cetakan sehingga penutupan akan lebih rapat dan mengurangi terjadinya resiko kebocoran. Alat ini adalah bentuk solusi untuk mengurangi cacat pengecoran pada metode *gravity casting*.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

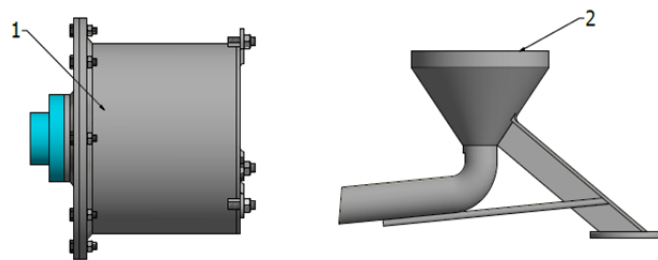
Proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium harus melalui sebuah perancangan yang matang. Perencanaan tersebut meliputi gambar kerja, bahan, alat dan alur proses pembuatan. Perencanaan yang matang akan menghasilkan suatu produk yang optimal, begitu pula sebaliknya. Oleh karena itu, perencanaan yang matang diharapkan akan menghasilkan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium yang kuat dan dapat berfungsi sesuai perencanaan.

A. Identifikasi Gambar

Cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium pada umumnya berfungsi untuk menampung logam cair yang akan diputar. Oleh karena itu, konstruksi cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium harus dibuat kokoh dan kuat, baik dari segi bentuk maupun dimensinya sehingga kokoh dan tidak goyang saat mesin dioperasikan. Untuk memperoleh cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium yang kokoh, perlu memperhatikan dasar-dasar proses perancangan dan gambar kerja yang baik. Dasar-dasar proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium agar cetakan yang dibuat dapat dipasang dan berfungsi secara optimal pada mesin bubut adalah identifikasi ukuran.

Identifikasi ukuran sangat diperlukan agar dalam proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium tidak mengalami kesulitan terutama pada saat perakitan. Cetakan *horizontal centrifugal casting*

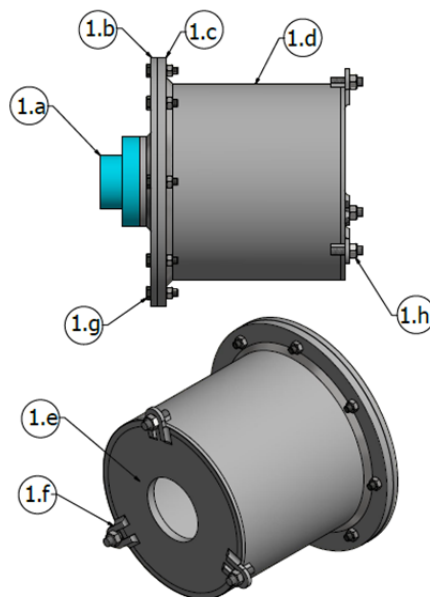
aluminium memiliki fungsi utama sebagai wadah penampung logam cair yang akan diputar pada mesin bubut, sehingga membutuhkan ketepatan dan keakuratan pemasangannya. Oleh karena itu, konstruksi cetakan *horizontal centrifugal casting* harus benar-benar kuat dan presisi.



Gambar 1. *Horizontal Centrifugal Casting* Aluminium

Tabel 1. Nama Bagian *Horizontal Centrifugal Casting* Aluminium

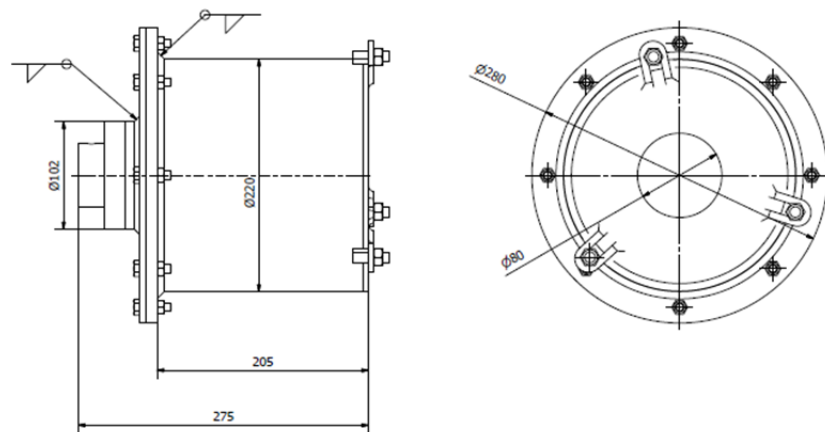
No.	Nama Bagian
1	Cetakan
2	Corong



Gambar 2. Gambar Cetakan

Tabel 2. Nama Komponen Cetakan

No.	Nama Bagian
1.a	Dudukan cetakan
1.b	<i>Flange</i> belakang
1.c	<i>Flange</i> depan
1.d	Tabung
1.e	Tutup tabung
1.f	Kancing tutup
1.g	Baut pengikat <i>flange</i>
1.h	Baut pengunci tutup



Gambar 3. Gambar Pandangan Cetakan

1. Panjang : 275 mm
2. Diameter : 220 mm
3. Panjang tabung : 205 mm

B. Identifikasi Bahan

Identifikasi bahan merupakan hal yang sangat penting dalam perencanaan pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium, hal itu bertujuan agar cetakan yang dibuat dapat berfungsi secara maksimal. Bahan yang digunakan untuk membuat cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium adalah St 34, St 42 dan St 50.

Tabel 3. Ukuran Kebutuhan Bahan Cetakan *Horizontal Centrifugal Casting*

No.	Nama Bagian	Bahan	Ukuran
1	Dudukan cetakan	St 50	Plat besi Ø102 mm tebal 15 mm
2	<i>Flange</i> belakang	St 42	Plat besi Ø280 mm tebal 8 mm
3	<i>Flange</i> depan	St 42	Plat besi Ø280 mm tebal 8 mm
4	Tabung	St 42	Pipa Ø 8 Inch panjang 205 mm tebal 7 mm
5	Tutup	St 42	Plat besi Ø 220 mm tebal 8 mm
6	Kancing tutup	St 34	Plat besi 26 mm x 36 mm tebal 5 mm

C. Identifikasi Mesin dan Alat

Setelah bahan dan ukuran diketahui, selanjutnya adalah menentukan mesin serta alat yang akan digunakan dalam proses pembuatan cetakan. Alat yang digunakan dalam proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium ada berbagai macam. Alat dan mesin yang akan digunakan harus diketahui dan disiapkan terlebih dahulu, jika alat dan mesin telah diketahui dan disiapkan, maka dapat memperlancar dan mempercepat proses pembuatan cetakan. Adapun alat dan mesin yang digunakan dalam setiap proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium ini adalah sebagai berikut:

1. Proses Pengukuran dan Penandaan Bahan

a. Mistar Baja

Mistar baja adalah alat bantu untuk mengukur benda kerja. Mistar baja ini terbuat dari baja tahan karat dengan permukaan dan bagian sisinya lurus dan rata. Alat ini juga digunakan sebagai alat bantu untuk penggoresan benda kerja. Mistar baja dalam pelaksanaan pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium digunakan mistar

baja dengan alasan untuk memberikan pada pola baut pengikat pada *flange*, sehingga pengerjaannya lebih efektif daripada mistar gulung.



Gambar 4. Mistar Baja

b. Jangka Tusuk

Jangka tusuk banyak digunakan untuk menarik garis atau membuat garis pada permukaan benda kerja. Garis tersebut terutama garis lengkung, garis lurus, membagi garis sama besar dan radius. Jangka ini dapat digunakan untuk membuat garis yang sama pada beberapa benda kerja. (Sumantri. 1989:128).

Jangka tusuk ini terbuat dari bahan baja perkakas dengan bagian ujung-ujungnya dikeraskan. Alat ini dapat diatur pembukaan ukurannya, karena alat ini dilengkapi dengan baut pengatur, dengan demikian jangka tusuk dapat digunakan untuk membuat lingkaran yang kecil dan besar. Bagian ujung jangka ini sangat tajam, agar dapat dihasilkan garis yang tipis dan jelas. (Sumantri. 1989:128-129).

Cara penggunaan jangka tusuk yaitu dengan cara memutar mur pada bagian atas kemudian tentukan ukuran lingkaran yang akan dibuat dengan cara menempelkan ujung kaki pada mistar ukur, kemudian atur ukuran dengan memutar mur. Tepatkan salah satu kaki sebagai titik tumpuan kemudian miringkan kearah gerak penggoresan

jangka, kemudian putar dan goreskan. Jangka tusuk dalam pelaksanaan pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium digunakan dengan alasan karena penggunaannya lebih praktis dari pada alat lain dan mudah dalam penggunaannya serta cukup untuk membuat pola letak dudukan cetakan terhadap *flange* dan pola lingkaran tusuk baut pengikat *flange*.



Gambar 5. Jangka Tusuk

c. Busur Baja (*Protractor*)

Busur baja merupakan alat ukur sudut yang hasil pengukurannya dapat langsung dibaca pada skala ukurnya. Alat ini digunakan untuk mengukur besaran – besaran sudut pada benda kerja dan untuk membantu pekerjaan melukis dan menandai. Protractor dibuat dengan beberapa bentuk, sesuai dengan jenis kegunaannya dan tingkat ketelitiannya. Batas ukur dari protractor adalah dari 0° sampai 180° . (Sumantri. 1989:40). Busur baja dalam pelaksanaan pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium digunakan busur baja dengan alasan karena penggunaannya lebih praktis dan mudah dalam penggunaannya serta cukup untuk membagi sudut letak baut pengikat *flange*.



Gambar 6. Busur Baja

d. Penggores

Penggores adalah alat bantu untuk menggores permukaan bahan besi. Bahan penggores harus lebih keras dari benda yang akan digores. Penggores dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu pertama, penggores dengan kedua ujungnya tajam tetapi ujung yang satunya lurus dan yang lainnya bengkok. Untuk penggores kedua, hanya memiliki salah satu ujung yang tajam. (Sumantri, 1989: 121). Penggores dalam pelaksanaan pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium digunakan penggores dengan tujuan untuk memudahkan dalam memberi tanda goresan untuk membuat pola letak kedudukan cetakan terhadap flange dan pola lingkaran tusuk baut pengikat *flange*, sehingga dihasilkan hasil pola yang sesuai dengan ukuran gambar kerja.



Gambar 7. Penggores

e. Penitik

Penitik dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan fungsinya yaitu penitik garis dan penitik pusat. Kedua jenis penitik tersebut sangat penting artinya dalam pelaksanaan melukis dan menandai, sebab masing-masing mempunyai fungsi tersendiri. (Sumantri, 1989: 124).

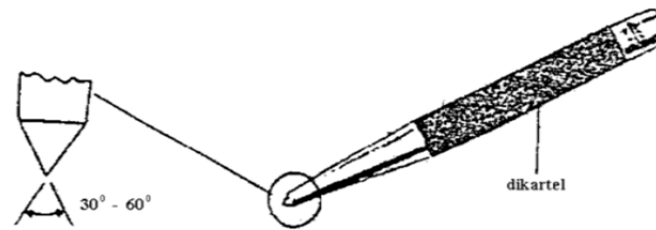


Gambar 8. Penitik

Ada beberapa jenis penitik, yaitu:

1) Penitik garis

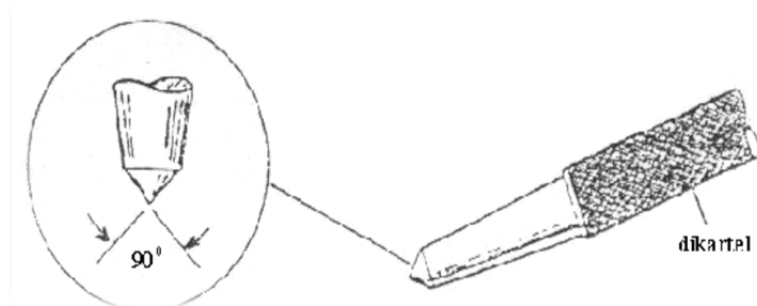
Penitik garis adalah suatu penitik dengan sudut mata penitiknya 60° . Sudut yang sekecil ini, maka penitik ini dapat menghasilkan suatu tanda yang sangat kecil. Oleh karena itu jenis penitik ini sangat cocok untuk memberikan tanda-tanda batas pengerjaan pada benda kerja. Tanda-tanda batas pengerjaan ini akan hilang pada waktu pengerjaan akhir sehingga tidak terdapat bekas penitikan setelah pekerjaan selesai. (Sumantri, 1989: 124-125).



Gambar 9. Penitik Garis (Sumantri, 1989: 125)

2) Penitik pusat

Penitik pusat memiliki sudut yang lebih besar dibandingkan dengan penitik garis. Besar sudut penitik pusat adalah 90° , sehingga penitik ini akan menimbulkan luka atau bekas yang lebar pada benda kerja. Penitik pusat ini cocok digunakan untuk membuat tanda terutama untuk tanda pengeboran. Sudut penitik ini besar, maka tanda yang dibuat oleh penitik ini mengarahkan mata bor untuk tetap pada posisi pengeboran. Penitik ini sangat berguna sekali dalam pelaksanaan pembuatan benda kerja yang melalui proses kerja pengeboran. (Sumantri, 1989: 125).



Gambar 10. Penitik Pusat (Sumantri, 1989: 126)

Penitik yang digunakan dalam penandaan cetakan ini adalah penitik pusat. Penandaan dengan penitik pusat bertujuan untuk :

- a) Menentukan pusat lubang pada perpotongan garis untuk memudahkan dan memusatkan awal pengeboran.
- b) Untuk menjelaskan garis sampai mana bagian benda yang dikerjakan.
- c) Untuk menjelaskan garis-garis gores.

f. Palu

Palu merupakan alat tangan yang sudah lama ditemukan orang dan sudah sejak lama dipergunakan dalam seluruh kegiatan pekerjaan. Tidak saja pada bengkel-bengkel yang besar, tetapi palu digunakan hampir pada seluruh aspek kehidupan dari bengkel sampai kehidupan rumah tangga. Jenis palu dapat dibagi menjadi dua, yaitu palu keras dan palu lunak. Palu keras adalah palu yang kepalanya terbuat dari baja dengan kadar karbon sekitar 0,6%. Proses pembuatannya ialah dengan cara ditempa kemudian dikeraskan pada bagian permukaan agar menjadi keras. Pemakaian palu keras pada bengkel kerja bangku atau bengkel kerja mesin adalah sebagai pemukul pada kerja memotong dengan pahat, menempa dingin pada pekerjaan perakitan, membengkokkan benda kerja, membuat tanda, dan pekerjaan permukaan lainnya. (Sumantri, 1989: 148).



Gambar 11. Palu Lunak



Gambar 12. Palu Keras

Palu dalam pelaksanaan pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* digunakan palu keras untuk memukul pentik yang berfungsi sebagai pusat lubang pada perpotongan garis untuk memudahkan dan memusatkan awal pengeboran.

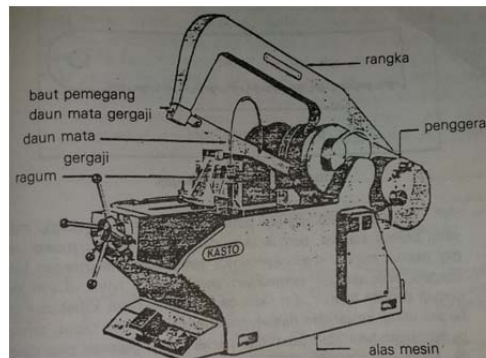
2. Proses Pemotongan

a. Mesin Gergaji

Proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* tidak terlepas dari proses pemotongan bahan. Pemotongan dilakukan dengan mesin gergaji *horizontal* sehingga pemotongan bahan menjadi lebih cepat. Mesin gergaji dalam proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium digunakan untuk memotong pipa.

Mesin gergaji *horizontal* dapat digunakan untuk pemotongan berbentuk bulat, segi empat, berbentuk profil U, profil I, profil T, dan bentuk profil lain dengan cepat. Disamping itu gergaji ini dapat digunakan untuk memotong dengan sudut 45° .

Cara kerja mesin gergaji ini sama dengan cara kerja gergaji tangan, dimana pekerjaan pemotongan dilakukan pada saat gergaji maju sedangkan pada langkah mundur gergaji tidak melakukan pemotongan. Langkah maju dan mundur gergaji adalah teratur sehingga hasil lebih teliti. (Sumantri. 1989:218)



Gambar 13. Mesin Gergaji *Horizontal* (Sumantri.1989 :219)

b. Mesin Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk menggerinda benda tertentu dengan cara memegang mesin gerinda dan benda kerja yang diam. Mata gerinda yang digunakan ada dua yaitu gerinda rata dan gerinda potong. Mesin tersebut digunakan untuk membentk profil kancing tutup cetakan dan untuk memotong baut pengancing tutup cetakan. Penggunaan alat tersebut karena mudah untuk membentuk profil yang diinginkan. Saat menggunakan mesin tersebut sebaiknya menggunakan alat keselamatan kerja seperti kaca mata gerinda, dan penutup kuping.



Gambar 14. Mesin Gerinda Tangan



Gambar 15. Mata Gerinda Rata



Gambar 16. Mata Gerinda Potong

3. Proses Pengeboran

a. Mesin Bor

Mesin bor adalah salah satu alat yang banyak digunakan dalam bengkel. Mesin bor berfungsi untuk membuat lubang dengan menggunakan perkakas bantu yang disebut mata bor. Fungsi lainnya adalah untuk memperluas lubang dan menghaluskan permukaan lubang, serta dapat digunakan untuk pembuatan ulir dengan memasang tap pada *chuck*nya. Proses kerjanya yaitu poros utama berputar sehingga mata bor juga ikut berputar. Mata bor yang berputar akan dapat melakukan pemotongan terhadap benda yang dijepitkan pada ragum. Langkah pemotongan dilakukan secara perlahan untuk mencegah timbulnya panas yang berlebihan. Selama proses

pegeboran berlangsung, diberikan cairan pendingin untuk mendinginkan mata bor, agar tetap tajam dan tidak mudah tumpul. Kecepatan putaran mata bor sangat tergantung dari jenis bahan yang akan dipotong dan besar diameter mata bor yang digunakan serta jenis bahan pembuat mata bor (Sumantri, 1989: 250).



Gambar 17. Mesin Bor



Gambar 18. Mata Bor

4. Proses Perakitan dan Pengelasan

Proses penyambungan pada cetakan ini menggunakan ikatan baut dan mur serta proses pengelasan. Sambungan baut dan mur digunakan untuk mengikat *flange* depan dan *flange* belakang, sedangkan pengelasan digunakan untuk menyambung antara kedudukan cetakan dengan *flange* belakang dan antara *flange* depan dengan tabung cetakan.

a. Sambungan Baut dan Mur

Suatu konstruksi mesin terdiri atas elemen-elemen mesin yang dirakit dan disatukan satu sama lainnya dengan cara disambung dan tersusun menjadi suatu mesin yang utuh. Salah satu bentuk sambungan elemen mesin tersebut adalah sambungan ulir.

Sambungan ulir pada elemen mesin berfungsi sebagai sambungan sementara yaitu sambungan yang dapat dibuka dan dipasang kembali tanpa merusak elemen mesin mesin itu sendiri atau alat penyambungannya. Sambungan ulir terdiri atas baut dan mur oleh karena itu sambungan ulir disebut juga dengan sambungan mur baut.

Sambungan mur baut banyak digunakan pada sambungan konstruksi mesin, sasis, konstruksi jembatan, konstruksi bangunan rangka baja, mesin *automotive* dan elemen-elemen mesin lainnya . Hampir 90% dari suatu mesin disambung dengan menggunakan ulir yaitu dengan menggunakan baut dan mur . Baut dan mur dalam proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium digunakan sebagai pengikat antara *flange* depan dan *flange* belakang.

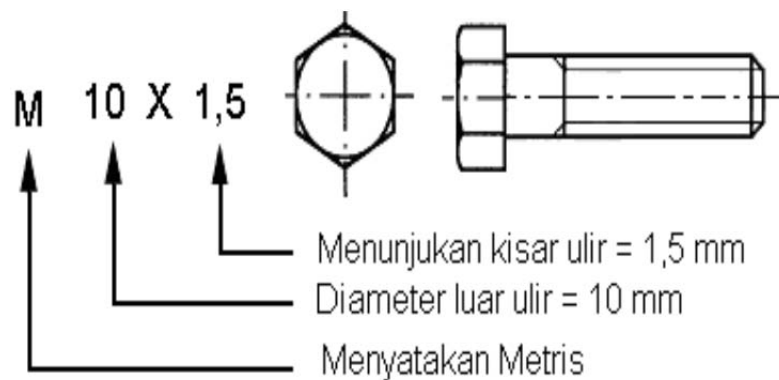
Sambungan dengan menggunakan ulir ini sangat praktis dengan pertimbangan:

- 1) Mudah dalam pemasangan
- 2) Untuk pembongkaran dan pemasangan kembali hanya memerlukan alat yang sederhana yaitu berupa kunci-kunci yang dapat dibawa .
- 3) Dalam keadaan darurat pembongkaran dan pemasangan kembali dapat dilakukan dimana saja.
- 4) Tidak merusak bagian bagian komponen yang disambung maupun alat penyambungannya .
- 5) Sambungan dengan ulir bersifat sambungan sementara.

- 6) Sambungan dapat dilaksanakan pada komponen mesin yang bergerak maupun yang tidak dapat bergerak.

Ulir terdiri atas ulir luar dan ulir dalam, ulir luar disebut dengan baut dan ulir dalam disebut dengan mur. Ulir yang digunakan pada mur baut pada umumnya adalah ulir segitiga yaitu ulir yang mempunyai penampang dengan bentuk profil segitiga, salah satu jenis ulir segitiga adalah ulir metris. (Widiyanto.2013:8-9)

Baut atau mur yang mempunyai standar metris, untuk menunjukkan atau memberikan tanda pada baut atau mur tersebut yaitu dengan huruf M sebagai simbol dari ulir metris kemudian diikuti dengan angka yang menyatakan ukuran diameter luar dari ulir dan kisar ulir. Penunjukan ulir ini selain terdapat pada mur atau baut juga terdapat pada sney dan tap. Profil ulir metris (ISO Metric) mempunyai bentuk profil segitiga dengan sudut puincak 60° . (Widiyanto.2013 : 9)



Gambar 19. Penunjukan Ulir Metris. (Widiyanto.2013 : 9)

b. Sambungan Las

Las adalah suatu cara untuk menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan. (Sri Widharto. 2018 : 1) Pada proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* ini, proses pengelasan yang digunakan adalah las busur listrik SMAW (*Shield Metal Arc Welding*).

SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) las busur listrik terbungkus adalah proses penyambungan dua logam atau lebih dengan menggunakan energi panas busur listrik sehingga terjadi pencairan dan penyatuan bagian yang disambung secara permanent dan menggunakan elektroda terbungkus. Besar arus sangat mempengaruhi panas yang diperlukan untuk mencairkan benda kerja dan elektroda. Panas yang ditimbulkan busur listrik tinggi mencapai di atas 9.000°F atau 5.000°C, akibat adanya lompatan elektron diantara jarak benda kerja ke ujung elektroda.

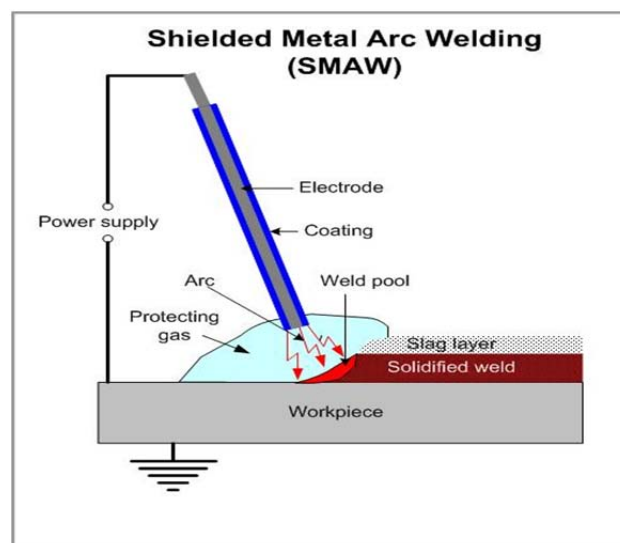
Beikut ini adalah gambar mesin las SMAW yang digunakan untuk proses perakitan:



Gambar 20. Mesin Las Busur Listrik

Mesin las merupakan alat yang digunakan untuk proses penyambungan dua buah logam atau lebih dengan menggunakan energi panas busur listrik sehingga terjadi pencairan dan penyatuan bagian yang disambung secara permanen dan menggunakan elektroda terbungkus. Pertimbangan pemilihannya karena pengoperasiannya yang mudah, disamping itu harga elektroda lebih murah serta hasil pengelasannya kuat.

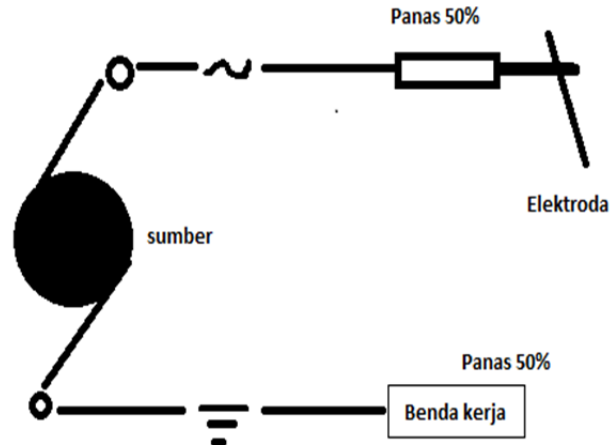
Prinsip kerja mesin las adalah ketika mesin las dihidupkan terjadi arus listrik yang mengalir melalui elektroda dengan bahan dasar, jika ada celah antara ujung elektroda dengan bahan dasar akan terjadi loncatan busur listrik. Loncatan busur listrik menimbulkan panas yang dapat mencairkan kedua bahan tersebut, pada saat bahan elektroda mencair dan bercampur dengan bahan dasar terjadi pembentukan gas hidrogen yang berfungsi melindungi cairan logam lasan dan ketika membeku bahan lapisan yang menjadi terak menutupi permukaan logam lasan sehingga terlindung dari pengaruh udara luar.



Gambar 21. Skema Proses SMAW

Mesin SMAW dirancang dua macam jenis arus, yaitu arus bolak balik /Alternating Current (AC) dengan arus searah /Direct Current (DC). Polaritas arus AC tidak banyak berpengaruh terhadap *heat input* benda kerja, namun tidak demikian dengan arus DC, pembalikan polaritas arus DC sangat berpengaruh terhadap *heat input* pada benda kerja.

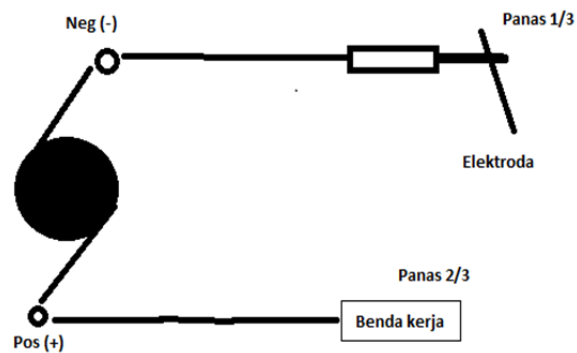
Polaritas arus AC, electron berubah arah setiap 1/120 detik, jadi elektroda dan benda kerja setiap 1/120 detik berubah dari anoda menjadi katoda dan proses ini selalu terjadi secara kontinyu. Kejadian ini menyebabkan panas pengelasan didistribusikan dengan harga yang sama antara elektroda dengan benda kerja, setengah ke elektroda dan sisanya ke benda kerja.



Gambar 22. *Heat Input* Arus AC.

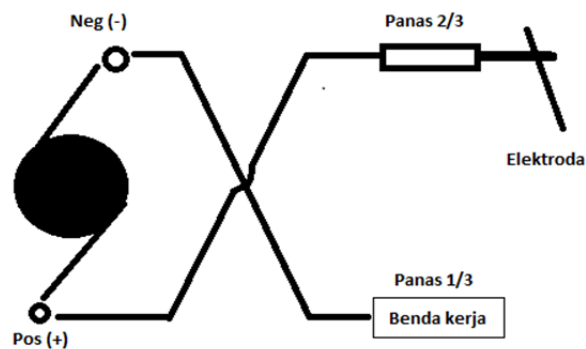
Mesin las DC dapat diseting dua polaritas, yaitu polaritas lurus/*Direct Current Straight Polarity*/DCSP dan polaritas terbalik/*Direct Current Reverse Polarity*/DCRP.

Polaritas DCSP atau polaritas lurus, elektroda dihubungkan dengan kutup negatif mesin las dan benda kerja disambung dengan kutup positif, oleh karenanya polaritas lurus ini disebut dengan *Direct Current Electrode Negative* (DCEN). Panas yang diterima benda kerja sebesar $\frac{2}{3}$ bagian dan elektroda $\frac{1}{3}$ bagian.



Gambar 23. Polaritas DCSP

Polaritas DCRP merupakan polaritas terbaik, dimana elektroda dihubungkan dengan kutup positif, sedangkan benda kerja dihubungkan dengan kutub negative. Sistem ini dinamakan juga *Direct Current Electrode Positive* (DCEP). Berbeda dengan polaritas DCSP, panas yang diterima benda kerja sebesar $\frac{1}{3}$ bagian dari panas ditimbulkan oleh busur nyala (*Arc length*), sedangkan elektroda menerima $\frac{2}{3}$ panas.



Gambar 24. Polaritas DCRP

Elektroda merupakan salah satu komponen yang sangat penting ketika kita melakukan penyambungan dengan menggunakan mesin las listrik. Elektroda las SMAW termasuk elektroda terumpan (*Consumable electrode*), oleh karenanya disamping sebagai penghantar arus listrik juga berfungsi sebagai bahan tambah las. Elektroda ini terdiri dari dua bagian yang meliputi kawat dan fluks. Ketika terjadi busur listrik, kawat mencair membentuk deposit logam las, demikian juga fluks yang ikut mencari dan pada saat pencairan akan membentuk selubung gas CO₂ yang melindungi logam cair dari pengaruh udara luar serta membentuk *slag* atau terak yang dapat melindungi deposit logam las saat pembekuan.

Di dalam proses pengelasan, kawat las harus disesuaikan dengan bahan yang akan dilas, sedangkan fluks berhubungan dengan posisi pengelasan, tipe arus yang digunakan, teknik pengelasan, dan perlu tidaknya penambahan unsur logam dalam deposit logam las.

Di bawah ini ketentuan pengelasan untuk diameter elektroda, tebal benda yang akan dilas dan arus yang digunakan untuk pengelasan pada las busur listrik.

Tabel 4. Hubungan Ketebalan Bahan, Elektroda dan Arus

Diameter Elektroda (mm)	Ketebalan Benda Kerja (mm)	Arus (ampere)
2,4	1,6	25-65
3,2	3,2	60-110
4	4,8	110-170
4,8	6,4	150-225
6,4	9,5	150-350
6,4	12,7	190-350
8	19	200-450
8	25,4	200-450

Menurut klasifikasi yang dibuat oleh AWS (*American Welding Society*), semua elektroda terbungkus pada proses pengelasan SMAW untuk baja, baja paduan rendah, baja tahan karat, dan baja lainnya ditandai dengan huruf "E" yang artinya elektroda.

Elektroda Terbungkus Untuk Baja Lunak dan Baja Paduan Rendah.

Contoh: E 6013 X

- 1) "E" artinya adalah elektroda
- 2) Angka 60 menunjukkan tegangan tarik minimum sebesar 60.000 psi.
- 3) Angka ketiga atau keempat menunjukkan posisi pengelasan.

Contoh:

E XX1X = semua posisi

E XX2X = hanya posisi datar dan horizontal

E XX3X = hanya posisi datar

E XX4X = posisi datar, atas kepala, horizontal, vertical turun.

- 4) Angka keempat atau kelima menunjukkan jenis lapisan pembungkus dan arus listrik juga sumber tenaga arus bolak-balik (AC) atau arus searah negatif (DCEN) maupun arus searah positif (DCEP).
- 5) Angka terakhir menunjukkan *chemical* komposisi *alloy* pada logam las yang dihasilkan oleh elektroda dengan pengelasan SMAW.

Tambahan *alloy* =

A – Carbon/Molybdenum

G – Non specified compositions

B – Chromium/Molybdenum

M – Military similar compositions

C – Nickel/Molybdenum

W – Baja tahan cuaca

D – Manganese/Molydenum

Tabel 5. Karakteristik Digit Keempat Tipe Selaput dan Arus.

Klasifikasi	Polaritas	Busur/Arc	Penetrasi	Pembungkus dan Slag	Aplikasi
EXX10	DCEP	Kuat	Dalam	Selulosa Sodium	Kobe-6010
EXXX1	AC/DCEP	Kuat	Dalam	Selulosa potasium	-
EXXX2	AC/DCEN	Menengah	Tengah	Titania Sodium	-
EXXX3	AC/DC	Lemah	Rendah	Titania Potasium	RB26
EXXX4	AC/DC	Lemah	Rendah	Titania Iron Powder	-
EXXX5	DCEP	Menengah	Tengah	Hidrg.Rendah Sodium	-
EXXX6	AC/DCEP	Menengah	Tengah	Hidrg.Rendah Potasium	LB 52, LB 52 U
EXXX8	AC/DCEP	Menengah	Tengah	Hidrg.Rendah Iron Powder	LB 52-18

Hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan elektroda:

- 1) Sifat kekuatan logam dasar
- 2) Komposisi logam dasar
- 3) Posisi pengelasan
- 4) Arus listrik las
- 5) Bentuk dan macam sambungan
- 6) Ketebalan dan bentuk logam dasar
- 7) Keadaan di sekitar pekerjaan
- 8) Efisiensi produksi syarat-syarat pekerjaan

Menentukan elektroda dan arus yang digunakan dalam pengelasan dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 6. Pemilihan Elektroda dan Arus yang digunakan (Sri Widhiarto, 2008:114)

Diameter Elektroda		Daerah jangkauan besaran arus (Ampere range)				
Inchi	Mm	E6010	E6011	E6013	E7016	E7018
1/16	1,6	-	-	20-40	-	-
5/64	2,0	-	-	25-60	-	-
3/32	2,4	40-80	40-80	45-90	60-110	70-90
1/8	3,2	75-125	75-125	80-130	100-150	115-165
5/32	4,0	110-170	110-170	105-180	140-200	150-220
3/16	4,8	140-215	140-215	150-230	180-225	200-275
7/32	5,6	170-250	170-250	210-300	240-320	260-340
¼	6,4	210-320	210-320	250-350	300-390	315-400
5/16	8,0	275-425	275-425	320-430	375-470	375-470

Proses pengelasan merupakan proses dimana sebagian besar melibatkan panas, tegangan listrik, reaksi kimia, dan lain sebagainya yang bisa berbahaya pada manusia, maka keselamatan kerja merupakan hal yang utama dalam proses pengelasan. (Mochamad Alip, 1989: 41)

Berikut ini beberapa alat keselamatan kerja dalam pengelasan yaitu :

- 1) Topeng las
- 2) Kaca mata
- 3) Penutup telinga
- 4) Apron
- 5) Sarung tangan las
- 6) Celana panjang
- 7) Sepatu *safety*

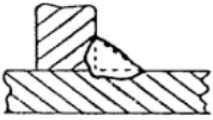
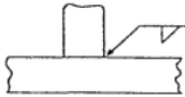






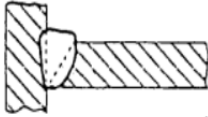
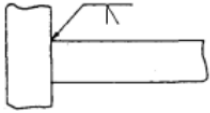
Beragam bentuk pekerjaan pengelasan menuntut agar suatu sambungan yang dikerjakan dapat sesuai dengan ketentuan yang diharapkan. Berikut ini adalah macam-macam bentuk sambungan las:

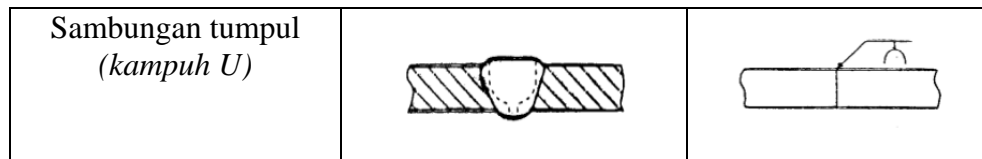
a. Bentuk-bentuk sambungan las

Secara umum sambungan las ada dua macam, yaitu sambungan sudut (*fillet*) dan sambungan tumpul (*butt*). Macam-macam bentuk sambungannya adalah sebagai berikut:

- 1) Sambungan sudut dalam (*Tee joint*)
- 2) Sambungan sudut luar (*Corner joint*)
- 3) Sambungan tumpang (*Lap joint*)
- 4) Sambungan celah (*Slot joint*)
- 5) Sambungan sumbat (*Plug joint*)
- 6) Sambungan tumpul (*Butt joint*)

Tabel 7. Macam-Macam Sambungan dan Simbol Las.

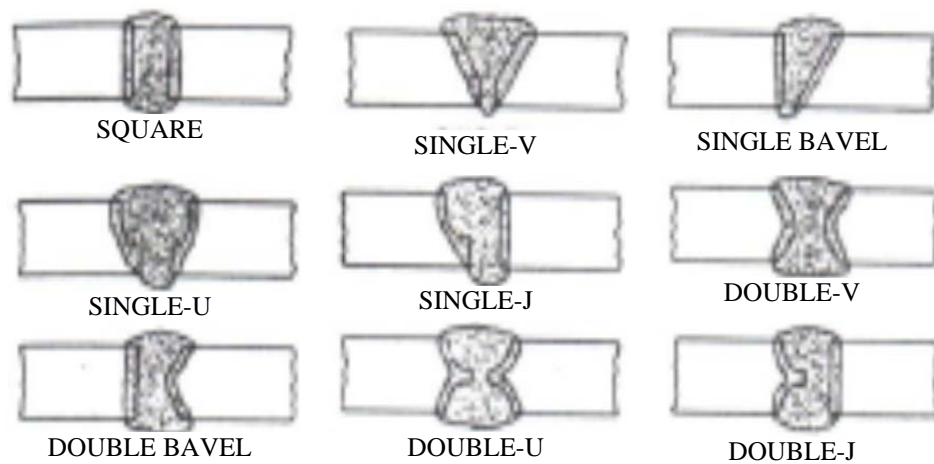
Bentuk pengelasan	Gambar	Simbol
Sambungan sudut (<i>fillet</i>)		
Jalur las		
Sambungan tumpul (<i>kampuh I</i>)		
Sambungan tumpul (<i>kampuh V</i>)		
Sambungan T (<i>bavel</i>)		



b. Bentuk-bentuk Kampuh Las

Adapun macam-macam bentuk kampuh (*groove*) pada pengerjaan las yaitu (Sato, G. takeshi dan N. sugiartho H, 1999: 233) :


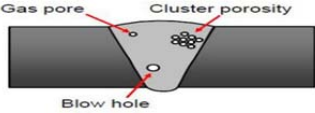
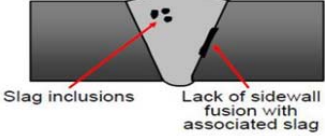

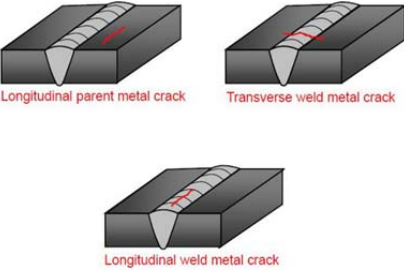
- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1) <i>Square groove</i> | 6) <i>Double V groove</i> |
| 2) <i>Single V groove</i> | 7) <i>Double bevel groove</i> |
| 3) <i>Single bevel groove</i> | 8) <i>Double u groove</i> |
| 4) <i>Single U groove</i> | 9) <i>Double J groove</i> |
| 5) <i>Single J groove</i> | |



Gambar 25. Bentuk-Bentuk Kampuh Las.
(Sato, G. takeshi dan N. sugiartho H, 1999: 233)

Proses pengelasan tidak semua hasil pengelasan akan baik atau sempurna dan biasanya banyak terdapat cacat las. Banyak hal yang mempengaruhi hasil dari pengelasan itu sendiri, antara lain adalah arus yang digunakan, persiapan, kecepatan penarikan, posisi pengelasan dan keterampilan *welder*.

Tabel 8. Cacat-Cacat Pada Pengelasan (Sri Widharto, 2007:29-3)

Jenis Cacat	Penyebab
<p>Undercut (Pengerukan)</p> 	<p>a) Arus atau kecepatan terlalu tinggi. b) Ayunan las terlalu lebar. c) Posisi elektroda saat pengelasan yang tidak tepat.</p>
<p>Porosity (keropos)</p> 	<p>a) Lingkungan las lembab atau basah. b) Kampuh kotor c) Salah polaritas. d) Amper terlalau besar</p>
<p>Weld spatter</p> 	<p>a) Arus terlalau besar b) Salah jenis arus c) Elektroda lembab d) Kampuh kotor</p>
<p>Incomplete fusion</p>  <p>Incomplete filled groove + Lack of sidewall fusion</p>	<p>a) Posisi pengelasan yang salah. b) Sudut elektroda yang salah. c) Permukaan kampuh kotor. d) Kecepatan pengelasan terlalu tinggi.</p>
<p>Cracks</p>  <p>Longitudinal parent metal crack Transverse weld metal crack</p> <p>Longitudinal weld metal crack</p>	<p>a) Pendinginan terlalu cepat. b) Tegangan di dalam material c) Bahan tidak cocok dengan kawat las</p>

5. Proses Pengerjaan Permukaan dan Pelapisan

Proses pengerjaan permukaan bertujuan untuk merapikan hasil pekerjaan. Hal ini dilakukan untuk menghindari dari sisi-sisi tajam dan merapikan hasil pengelasan yang tidak sempurna. Peralatan yang digunakan dalam proses ini adalah:

a. Mesin Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan pada pekerjaan di bengkel fabrikasi digunakan untuk mengurangi bagian yang menonjol pada tutup cetakan setelah dilakukan pengelasan, tujuannya supaya permukaannya rata sehingga terlihat rapi sambungannya. Penggunaan mesin gerinda tangan ini sebaiknya mengenakan alat keselamatan kerja seperti helm, kaca mata, penutup telinga, masker, *wearpack*, sarung tangan, dan sepatu *safty*.



Gambar 26. Gerinda Tangan

b. Pelapisan

Proses pelapisan dilakukan dengan proses pengecatan. Tujuan dilakukan pengecatan adalah untuk menghasilkan penampilan yang menarik dan untuk melindungi dari korosi. Peralatan yang digunakan adalah:

1) Amplas

Amplas merupakan salah satu alat yang digunakan oleh mekanik untuk menghaluskan permukaan yang kasar, selain itu juga digunakan untuk menghilangkan kerak-kerak yang menempel.



Gambar 27. Amplas

2) Cat Semprot

Cat semprot merupakan salah satu cat langsung pakai tanpa perlu bahan tambah. Cat semprot yang digunakan adalah cat semprot tahan panas mencapai 660°C.



Gambar 28. Cat Semprot

6. Peralatan Bantu

a. *Clamp*

Clamp adalah alat yang digunakan untuk mempertahankan sementara posisi benda kerja . Guna alat ini adalah untuk mengikat atau memegang benda kerja pada saat dilakukan pengeboran atau pengelasan.

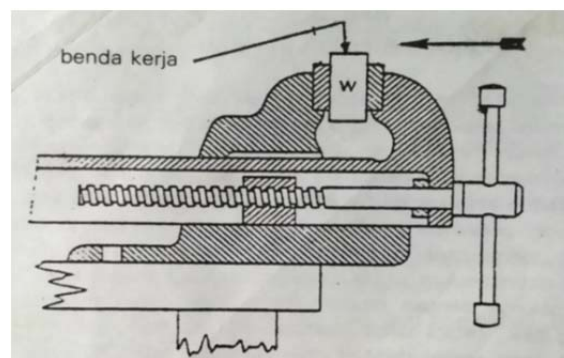


Gambar 29. *C Clamp*

b. Ragum

Seluruh bengkel kerja bangku selalu dilengkapi dengan peralatan ini, karena hampir semua benda kerja yang dikerjakan pada bengkel ini seluruhnya dijepit dengan peralatan ini. Ragum adalah alat yang sangat penting pada bengkel kerja bangku. Ragum berfungsi untuk menjepit benda kerja secara tepat dan benar artinya penjepitan oleh ragum tidak boleh merusak permukaan benda kerja, ragum harus lebih kuat dari benda kerja yang dijepitnya. Ragum dibuat dari bahan yang cukup kuat seperti baja tuang atau besi tang.

Ragum harus menghasilkan penjepitan yang kuat maka pada mulut ragum atau rahangnya dipasang baja bergigi sehingga penjepitan benda kerja dapat dilakukan secara kuat. Rahang-rahang ragum digerakkan oleh batang ulir yang dipasangkan pada rumah ulir. Apabila batang ulir digerakkan atau diputar searah jarum jam, maka rahang ragum akan menutup, tetapi apabila batang ulir diputar berlawanan dengan arah jarum jam, maka rahang ragum akan membuka. (Sumantri, 1989: 143)



Gambar 30. Ragum (Sumantri, 1989: 144)

c. Smith Tang

Smith tang adalah alat bantu yang digunakan untuk memegang benda kerja setelah dilas, karena suhunya hampir mencapai 900°C maka diperlukan alat bantu pemegang benda kerja supaya memudahkan dalam pemindahan benda sehingga panas dari benda tidak mengenai *welder*.



Gambar 31. Smith Tang

d. Sikat Baja

Sikat baja merupakan alat bantu yang digunakan untuk membersihkan hasil lasan dari terak.



Gambar 32. Sikat Baja

e. Pahat

Pahat merupakan alat yang digunakan untuk membersihkan percikan las (*spatter*) yang menempel cukup kuat pada benda kerja.



Gambar 33. Pahat

BAB III

KONSEP PEMBUATAN

A. Konsep Umum Pembuatan Produk

Cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium merupakan suatu konstruksi cetakan yang terdiri dari plat-plat besi dan pipa yang disambung dengan ikatan baut dan mur serta dengan pengelasan. Pembuatan cetakan tidak lepas dari proses pemotongan, agar pemotongan bahan baku efisien maka dalam melakukan pemotongan harus mengikuti prosedur atau urutan langkah pengerjaan. Proses pembuatan suatu produk diperlukan suatu konsep yang sesuai sebagai penunjang untuk menghasilkan produk yang berkualitas, karena pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* bagian fabrikasi dan pemesinan berkaitan serta berkesinambungan maka diperlukan konsep pengerjaan yang terencana secara matang antara bagian fabrikasi dan pemesinan. Konsep merupakan suatu rencana pengerjaan. Salah satu konsep pembuatan tersebut adalah konsep pembuatan produk. Konsep-konsep pembuatan suatu produk dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Proses mengubah bentuk bahan

Pengubahan bentuk bahan merupakan proses untuk membentuk logam yang merupakan bahan baku menjadi bentuk jadi atau setengah jadi yang akan dikerjakan dengan pengerjaan lain. Pada umumnya bentuk awal suatu bahan adalah berupa batangan yang diperoleh dari pengolahan bijih logam. Bijih logam dicairkan dengan temperatur tinggi sehingga berbentuk cair,

kemudian bijih logam cair tersebut dituang pada cetakan logam sehingga menghasilkan batangan dengan ukuran tertentu dan mudah dibentuk. Proses untuk mengubah bentuk logam atau bahan lain adalah sebagai berikut:

- a. Proses penempaan
- b. Proses ekstrusi
- c. Proses pengerolan
- d. Proses penarikan
- e. Proses penekanan
- f. Proses penumbukan
- g. Proses pembengkokan
- h. Proses pengguntingan

2. Proses Pemotongan

Bahan hasil produksi pabrik umumnya masih dalam bentuk lembaran yang ukuran dan bentuknya bervariasi. Bahan ini tidak dapat langsung dikerjakan, sebab terlebih dahulu harus dipotong menurut gambar bukan komponen yang akan dibentuk pengerjaan. Istilah pemotongan bahan sebelum dikerjakan disebut pemotongan awal (*pre cutting*). *Pre, cutting* atau pemotongan awal dilakukan untuk pemotongan pelat menurut bagian gambar dan ukurannya.

Proses pemotongan bahan ini dapat dilakukan dengan berbagai macam teknik pemotongan sesuai kebutuhan masing-masing. Teknik-teknik pemotongan bahan ini dapat dilakukan dengan berbagai macam teknik

pemotongan bahan dengan peralatan tangan, mesin potong manual, mesin gerinda potong, mesin potong otomatis, blander dan sebagainya. (Ambiyar.2008: 497-498).

3. Proses pengurangan volume bahan

Pembuatan suatu produk tidak akan terlepas dari pekerjaan pengurangan volume bahan dimana pekerjaan tersebut sangat berpengaruh pada hasil produk yang telah dikerjakan, dalam memproduksi dikenal berbagai operasi pemesinan sebagai berikut:

a. Proses pemotongan geram tradisional meliputi proses:

- 1) Pembubutan
- 2) Pengeboran
- 3) Penyerutan
- 4) Pelebaran
- 5) Pengetaman
- 6) Penggergajian
- 7) Penggurdian
- 8) Potong tarik
- 9) Pengefrisan
- 10) Penggerindaan
- 11) *Hobbing*
- 12) *Routing*

4. Proses penyambungan

Penyambungan logam adalah suatu proses yang dilakukan untuk menyambung 2 (dua) bagian logam atau lebih. Penyambungan bagian-bagian logam ini dapat dilakukan dengan berbagai macam metoda sesuai dengan kondisi dan bahan yang digunakan. Setiap metoda penyambungan yang digunakan mempunyai keuntungan tersendiri dari metoda lainnya, sebab metoda penyambungan yang digunakan pada suatu konstruksi sambungan harus disesuaikan dengan kondisi yang ada, hal ini mengingat efisiensi sambungan.

Pemilihan metode penyambungan yang tepat dalam suatu konstruksi sambungan harus mempertimbangkan efisiensi sambungannya, dengan mempertimbangkan beberapa faktor diantaranya: faktor proses pengerjaan sambungan, kekuatan sambungan, kerapatan sambungan, penggunaan konstruksi sambungan dan faktor ekonomis. (Ambiyar.2008 ; 381)

5. Proses penyelesaian permukaan

Proses penyelesaian permukaan merupakan proses terakhir dalam pembuatan suatu produk. Proses ini juga dinamakan proses *finishing*. Proses ini bertujuan untuk memperhalus tampilan luar produk yang telah dibuat, dalam proses ini volume bahan ada kemungkinan berkurang sedikit atau bahkan tidak berkurang sama sekali. Untuk menghasilkan permukaan yang licin, datar, dan bagus atau untuk menghasilkan lapisan pelindung.

Berikut beberapa cara yang dilakukan untuk operasi penyelesaian permukaan di antaranya :

- a. Proses pengecatan
- b. Proses *tin plating* (pelapisan dengan timah)
- c. Proses *galvanising* (pelapisan dengan zink)
- d. Proses *polish*
- e. Proses *cromium*

B. Konsep Pembuatan Cetakan *Horizontal Centrifugal Casting*

Proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium dibutuhkan konsep pembuatan dalam pengerjaannya. Konsep ini bertujuan untuk memperlancar pekerjaan serta mempercepat penyelesaian pembuatan produk. Berikut adalah beberapa konsep yang dilakukan dalam pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium :

1. Proses *marking out*

Langkah pertama dalam proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* adalah membuat rencana pemotongan (*cutting plan*), yaitu melukis atau menandai bahan baku logam. Proses *marking out* atau menandai tersebut dilakukan untuk mengetahui ukuran bahan yang akan dipotong sesuai dengan gambar kerja yang telah dibuat, dalam proses ini dibutuhkan beberapa alat diantaranya mistar baja, jangka tusuk, penggores, penitik dan palu.

Bahan pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* yaitu *mild steel* yang berbentuk plat dan pipa yang kemudian tandai (*cutting plan*) sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan seperti dibawah ini:

- 1) Dudukan cetakan dengan bahan plat besi (ukuran $\varnothing 102$ mm tebal 15 mm)
- 2) *Flange* belakang dengan bahan Plat besi (ukuran $\varnothing 280$ mm tebal 8mm)
- 3) *Flange* depan dengan bahan Plat besi (ukuran $\varnothing 280$ mm tebal 8mm)
- 4) Tabung dengan bahan Pipa (ukuran $\varnothing 8$ inch tebal 7 mm)
- 5) Tutup cetakan dengan bahan plat (ukuran $\varnothing 220$ mm tebal 8 mm)
- 6) Kancing tutup dengan bahan Plat (ukuran 26 mm x 36 mm tebal 5mm)

2. Pengurangan volume bahan

Pengurangan volume bahan merupakan salah satu langkah pembentukan bahan bakal menjadi komponen atau produk, dimana proses tersebut sangat berpengaruh pada hasil produk yang dikerjakan. Pengurangan volume bahan pada pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium dilakukan dengan cara:

a. Proses pemotongan bahan

Proses pemotongan bahan dilakukan untuk mendapatkan ukuran yang dikehendaki. Proses pemotongan tersebut dilakukan setelah proses *cutting plan* pada bahan baku. Proses pemotongan

dapat dilakukan dengan menggunakan mesin gerinda potong, mesin pemotong plat, mesin gergaji, dan gergaji tangan manual.

b. Proses pembubutan (pemesinan)

Proses pembubutan dilakukan untuk mendapatkan profil bundar yang simetris. (dikerjakan oleh bagian pemesinan)

c. Proses penggerindaan

Proses penggerindaan merupakan proses pengurangan sisi benda kerja atau untuk membentuk suatu profil menggunakan mesin gerinda tangan. Secara teknik proses penggerindaan mengurangi volume benda kerja, tetapi volume yang terbuang tidak terlalu banyak.

d. Proses pengeboran

Proses pengeboran adalah proses penyayatan benda kerja untuk membuat lubang menggunakan mata bor. Prinsip pengeboran adalah benda kerja dipasang pada ragum sebagai pencekambenda kerja atau dengan clam pada mesin bor, kemudian penyayatan dilakukan oleh mata bor yang ditekan kearah benda kerja.

3. Proses perakitan

Perakitan merupakan suatu penggabungan dua buah benda atau lebih dengan menggunakan bantuan dari sebuah partikel benda lain yang memiliki fungsi sebagai perekat. Pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* ini, proses perakitan menggunakan ikatan baut dan mur serta dengan pengelasan.

a. Perakitan dengan ikatan baut dan mur

Sambungan ulir pada elemen mesin berfungsi sebagai sambungan sementara yaitu sambungan yang dapat dibuka dan dipasang kembali tanpa merusak elemen mesin itu sendiri atau alat penyambungannya. Sambungan ulir terdiri atas baut dan mur oleh karena itu sambungan ulir disebut juga dengan sambungan mur baut. Baut dan mur dalam proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* digunakan sebagai pengikat antara *flange* depan dan *flange* belakang.

Baut dan mur yang digunakan dalam sambungan pengikat antara *flange* depan dan *flange* belakang berukuran M 10 x 1,25 dengan panjang 30 mm.

Sambungan dengan menggunakan ulir ini sangat praktis dengan pertimbangan:

- 1) Mudah dalam pemasangan.
- 2) Pembongkaran dan pemasangan kembali hanya memerlukan alat yang sederhana yaitu berupa kunci-kunci yang dapat dibawa.
- 3) Pembongkaran dan pemasangan kembali dapat dilakukan dimana saja.
- 4) Tidak merusak bagian-bagian komponen yang disambung maupun alat penyambungannya.
- 5) Sambungan dengan ulir bersifat sambungan sementara.

6) Sambungan dapat dilaksanakan pada komponen mesin yang bergerak maupun yang tidak dapat bergerak.

b. Perakitan dengan pengelasan

Pengelasan menggunakan mesin las busur listrik SMAW (*Shield Metal Arc Welding*). Prinsip kerja SMAW yaitu ketika mesin SMAW dihidupkan terjadi arus listrik yang mengalir melalui elektroda dengan bahan dasar. Celah antara ujung elektroda dengan bahan dasar akan terjadi loncatan busur listrik. Loncatan busur listrik menimbulkan panas yang dapat mencairkan kedua bahan tersebut, pada saat bahan elektroda mencair dan bercampur dengan bahan dasar terjadi pembentukan gas *hydrogen* yang berfungsi melindungi cairan logam lasan dan ketika membeku bahan *fluks* yang menjadi terak menutupi permukaan logam lasan sehingga terlindung dari pengaruh udara luar.

Elektroda yang digunakan dalam proses ini yaitu *Kobe Steel* seri LB-52 *American Welding Society* elektroda E 7016 (AWS E 7016) berdiameter 2,6 mm dan *Kobe Steel* seri LB-52-18 *American Welding Society* elektroda E 7018 (AWS E 7018) berdiameter 3,2 mm. Polaritas yang digunakan pada elektroda E7016 LB-52 adalah DCEP, dengan arus 90-110A karena digunakan untuk *root pass*, sedangkan untuk elektroda E7018 LB-52-18 yang digunakan untuk *cover pass* dengan polaritas DCEP dengan arus 90 - 130A. (*Kobelco Welding Handbook*)

4. Proses penyelesaian permukaan (*finishing*)

Proses penyelesaian permukaan atau biasa disebut dengan *finishing* pada pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* dilakukan dalam beberapa langkah kerja yaitu:

a. Penggerindaan

Penggerindaan dilakukan untuk meratakan permukaan hasil dari pemotongan maupun pengelasan. Proses ini menggunakan mesin gerinda tangan.

b. Pengamplasan

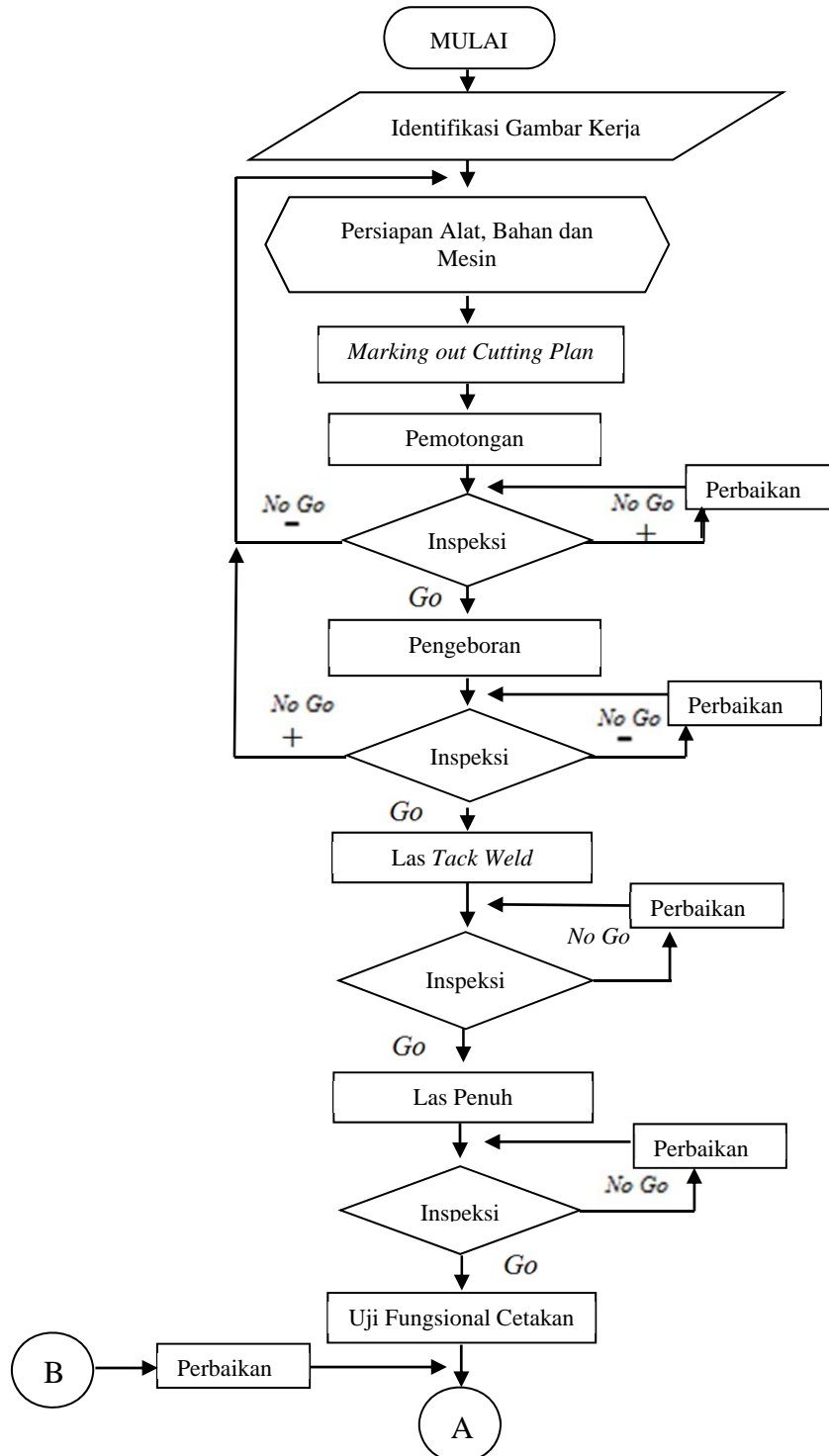
Pengamplasan dilakukan untuk menghaluskan serta meratakan permukaan rangka. Proses ini dimulai menggunakan amplas nomer 120 untuk permulaan, amplas nomer 400 untuk tahap kedua dan amplas nomer 1000 untuk *finishing*.

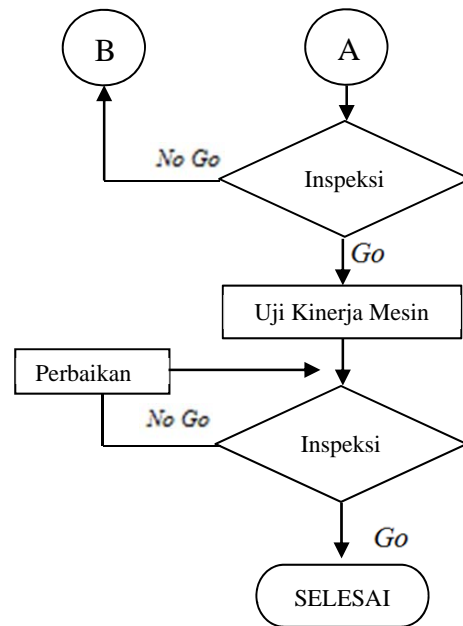
c. Pengecatan.

Proses pengecatan merupakan proses terakhir dalam pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting*. Proses ini dilakukan untuk melapisi permukaan benda agar terhindar dari korosi dan dari segi estetika lebih indah. Pengecatan dilakukan dengan cat tahan panas, cat tahan panas digunakan karena cetakan yang dibuat akan terkena suhu yang tinggi.

BAB IV
PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

A. Diagram Alir Pembuatan Cetaka *Horizontal Centrifugal Casting* Bagian Fabrikasi



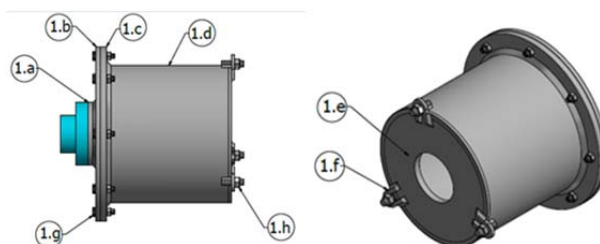


B. Visualisasi Langkah Pengerjaan

Proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya: identifikasi gambar kerja, persiapan bahan, perencanaan pemotongan dan pengukuran bahan, mempersiapkan alat dan mesin yang digunakan, proses perakitan atau pengelasan, dan uji kinerja alat.

Keselamatan kerja juga harus diperhatikan dalam proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* seperti : menggunakan baju kerja (*wearpack*), *ear plug*, topeng las, kaca mata bening, sarung tangan, apron, sepatu *safety*, meletakkan alat ukur pada tempat yang aman, serta mengecek mesin sebelum dan sesudah menggunakan seperti mengatur besar arus las dan mematikan mesin setelah selesai pekerjaan. Berikut ini adalah langkah dalam pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting*:


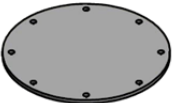
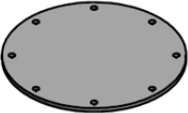




1. Identifikasi gambar kerja

Gambar 34. Cetakan *Horizontal Centrifugal Casting* Aluminium

Cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium memiliki beberapa

komponen. Berikut nama-nama bagian cetakan dan ukurannya:

Tabel 9. Nama Komponen Cetakan dan Gambar

No	Nama	Gambar	Ukuran	Keterangan
1.a	Dudukan cetakan		Plat besi $\varnothing 102$ mm tebal 15 mm	Dibubut, di bor dan di tap
1.b	<i>Flans</i> belakang		Plat besi $\varnothing 280$ mm tebal 8 mm	Dibubut dan dibor
1.c	<i>Flans</i> depan		Plat besi $\varnothing 280$ mm tebal 8 mm	Dibubut dan dibor
1.d	Tabung		Pipa $\varnothing 8$ Inch panjang 205 mm tebal 7 mm	Dibubut
1.e	Tutup tabung		Plat besi $\varnothing 220$ mm tebal 8 mm	Dibubut
1.f	Kancing tutup		Plat besi Tebal 5 mm panjang 38 mm	Dibor dan digerinda
1.g	Baut pengikat <i>flans</i>		Baut M 10 dengan panjang 30 mm	
1.h	Baut pengunci tutup		Baut M 10 panjang 30 mm, dipotong kepala bautnya.	Dipotong

2. Mesin yang digunakan

Mesin yang digunakan dalam proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium:

- a. Mesin gergaji
- b. Mesin gerinda potong
- c. Mesin gerinda tangan
- d. Mesin bor
- e. Mesin las SMAW

3. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan rangka meliputi :

- a. Alat ukur
 - 1) Mistar Baja
 - 2) Busur baja (*protractor*)
- b. Alat Bantu
 - 1) Penggores
 - 2) Penitik
 - 3) Jangka tusuk
 - 4) Palu
 - 5) Ragum
 - 6) *Clamp*
 - 7) *Smith tang*
 - 8) Pahat
 - 9) Sikat baja
 - 10) Amplas

4. Perencanaan Pemotongan (*Cutting Plan*)

Perencanaan pemotongan dalam pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium, didasarkan pada identifikasi gambar kerja dan kebutuhan bahan untuk pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium. Kebutuhan bahan yang digunakan dalam pembuatan cetakan tersebut adalah:

Tabel 10. Kebutuhan Bahan

No	Nama	Ukuran Kebutuhan	Ukuran Pemotongan
1.a	Dudukan cetakan	Plat besi \varnothing 102 mm tebal 15 mm	Plat besi \varnothing 110 mm tebal 20 mm
1.b	<i>Flans</i> belakang	Plat besi \varnothing 280 mm tebal 8 mm	Plat besi \varnothing 290 mm tebal 10 mm
1.c	<i>Flans</i> depan	Plat besi \varnothing 280 mm tebal 8 mm	Plat besi \varnothing 290 mm tebal 10 mm
1.d	Tabung	Pipa \varnothing 8 Inch panjang 205 mm tebal 7 mm	Pipa \varnothing 8 Inch panjang 215 mm tebal 8 mm
1.e	Tutup tabung	Plat besi \varnothing 220 mm tebal 8 mm	Plat besi \varnothing 230 mm tebal 10 mm
1.f	Kancing tutup	Plat besi Tebal 5 mm panjang 38 mm lebar 26 mm	Plat besi Tebal 5 mm panjang 45 mm lebar 30 mm
1.g	Baut pengikat <i>flans</i>	Baut M 10 dengan panjang 30 mm	Baut M 10 dengan panjang 30 mm
1.h	Baut pengunci tutup	Baut M 10 panjang 30 mm, dihilangkan kepala bautnya.	Baut M 10 panjang 30 mm, dihilangkan kepala bautnya.

Hasil identifikasi kebutuhan bahan untuk pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium yaitu plat \varnothing 102 mm dengan tebal 15 mm, plat \varnothing 280 mm dengan tebal 8 mm sejumlah dua buah, plat \varnothing 220 mm dengan tebal 8 mm, plat berukuran 26 mm x 380 mm sejumlah 3 buah, dan pipa \varnothing 8 inch dengan panjang 205 mm tebal 7 mm.

Benda yang akan digunakan dibeli sudah dalam kondisi terpotong, pemotongan dilakukan dengan gas *cutting*, pemotongan tidak langsung sesuai ukuran yang akan dipakai namun diberikan ukuran lebih sekitar 5-10 mm setiap sisinya untuk nantinya diproses pemesinan agar mendapatkan profil yang simetris.

5. Tindakan Keselamatan

- a. Bekerja sesuai prosedur yang baik dan benar
- b. Perhatikan keselamatan kerja, baik keselamatan operator, mesin dan alat maupun benda kerja.
- c. Menggunakan alat atau mesin sesuai dengan fungsi dan kegunaanya.
- d. Selalu memakai alat keselamatann kerja, baju kerja, sepatu *safety*, kaca mata, topeng las dan lain sebagainya sesuai pekerjaan.

6. Langkah Kerja Proses Pembuatan Cetakan

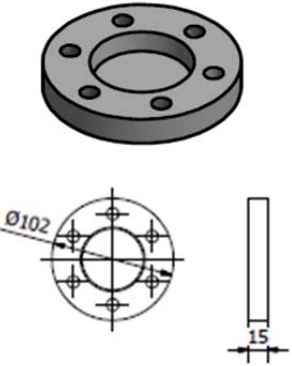
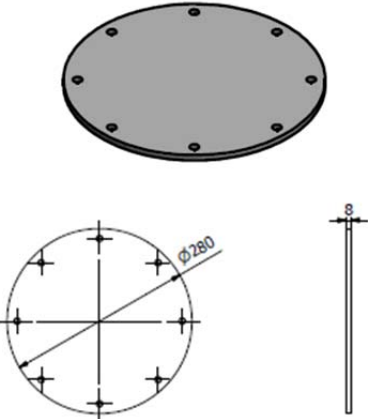
Secara umum proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium dibagi menjadi beberapa tahap yaitu, persiapan alat dan bahan, pengurangan volume bahan, penyambungan, perakitan dan *finishing*. Pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium sendiri melibatkan proses pemesinan dan fabrikasi yang berkesinambungan maka dari itu diperlukan rencana kerja yang tepat untuk meningkatkan efektifitas kerja.

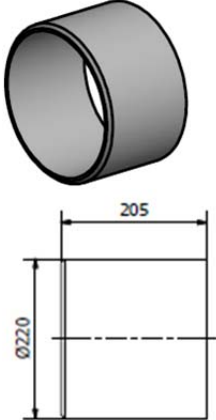
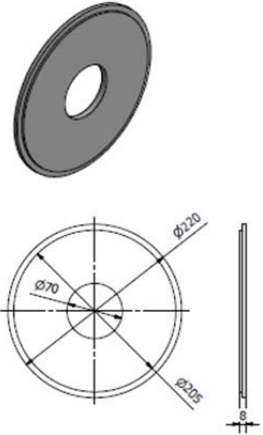
Proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* terdapat beberapa tahapan, yaitu:

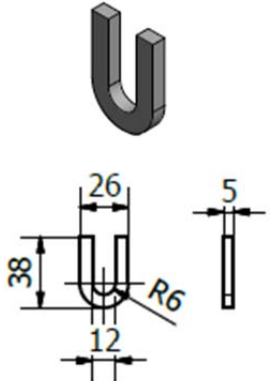

- a. Proses *Marking Out*
- b. Pemotongan Bahan dan Pengurangan Volume
- c. Proses Perakitan dan Pengelasan
- d. Proses Pengecatan

Berikut ini akan dijelaskan mengenai tahapan pembuatan ceteakan *horizontal centrifugal casting* aluminium :

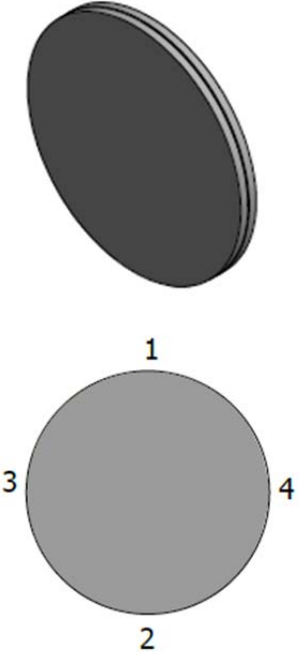
Tabel 11. Pembuatan Komponen Cetakan *Horizontal Centrifugal Casting*

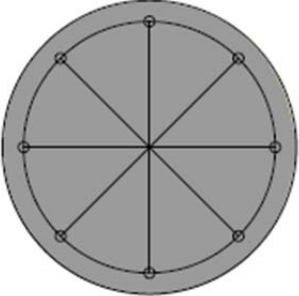
No	Gambar Proses	Alat yang digunakan	Langkah Kerja	Keterangan
1	<p data-bbox="398 384 627 419">Dudukan cetakan</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Satu set mesin bubut dan perlengkapannya. 	<p>✓ Dibubut</p>	<p>➤ Dikerjakan bagaian pemesinan</p>
2	<p data-bbox="360 842 719 877"><i>Flange</i> depan dan belakang</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Satu set mesin bubut dan perlengkapannya 	<p>✓ Dibubut permukaan. *bubut kasar belum finishing.</p>	<p>➤ Proses pembubutan untuk membuat profil bulat yang simetris dikerjakan bagaian pemesinan</p>

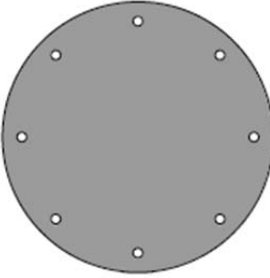
3	<p>Tabung</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesin gergaji • Mistar baja 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dipotong dengan mesin gergaji. ✓ Pemotongan dengan ukuran 215 mm 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Satu set mesin bubut dan perlengkapannya 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dibubut permukaan kedua sisi, untuk mendapatkan panjang yang sesuai 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dikerjakan bagian pemesinan
4	<p>Tutup tabung</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Satu set mesin bubut dan perlengkapannya. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dibubut 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dikerjakan bagaian pemesinan

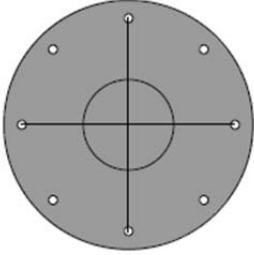
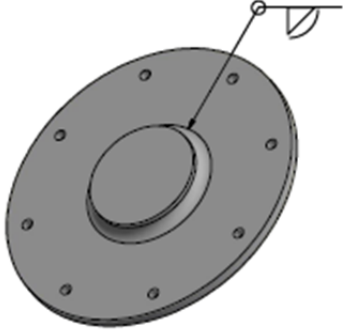
5	<p>Kancing cetakan</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerinda potong • Gerinda tangan • Mesin bor • Ragum • Penggores • Penitik • palu 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plat besi dipotong dengan ukuran 45 mm x 30 mm sejumlah 3 buah. ✓ Gambar pola kunci cetakan pada plat ✓ Beritanda dengan titik sekaligus sebagai pusat pengeboran untuk mendapatkan radius 6 mm ✓ Bor dengan mata bor \varnothing 12 mm ✓ Bentuk profil dengan gerinda tangan (benda kerja dicekam dengan ragum) sesuai ukuran. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Keselamatan Kerja : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wearpack ▪ Kaca mata ▪ Masker ▪ Penutup telinga ▪ Sepatu safety ➤ Dibuat 3 buah kancing tutup
6	<p>Baut pengunci cetakan</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerinda tangan (Potong) • Ragum 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Baut dilapisi plat tipis, kemudian dicekam pada ragum. ✓ Bagian kepala baut dipotong dengan gerinda tangan, dan bersihkan sisi tajam dari baut. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Keselamatan Kerja : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wearpack ▪ Kaca mata ▪ Masker ▪ Penutup telinga ▪ Sepatu safety ➤ Dibuat 3 buah baut kancing tutup

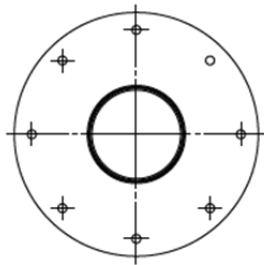
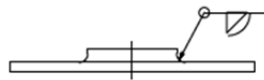
Tabel 12. Proses Perakitan dan Pengelasan Cetakan

No	Gambar Proses	Alat yang digunakan	Langkah Kerja	Keterangan
1.	<p data-bbox="293 424 663 496"><i>Tack Weld flange</i> depan dan belakang.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mesin las SMAW ➤ Palu terak ➤ <i>C Clamp</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Siapkan semua alat dan perlengkapan yang dibutuhkan. 2) Gunakan alat keselamatan kerja. 3) Satuakan <i>flange</i> depan dan belakang pastikan semua sisi sejajar. 4) Ikat dengan <i>c clamp</i> untuk menahan posisi <i>flange</i>. 5) Hidupkan mesin las, atur pada arus 90-110 A. <i>Tack weld</i> dengan elektroda E7016 6) <i>Tack weld</i> dilakukan pada posis seperti gambar (1 dan 2 serta 3 dan 4) 7) Pastikan <i>teck weld</i> cukup kuat. 8) Lepas <i>clamp</i>. 	<p data-bbox="1648 424 1917 456">Keselamatan Kerja :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Wearpack</i> ✓ Kaca mata ✓ Masker ✓ Sarung tangan ✓ Sepatu <i>safety</i> ✓ Topeng las ✓ Apron

2	<p>Pembuatan pola lingkaran tusuk untuk baut pengikat flange</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mistar baja ➤ Jangka tusuk ➤ Penggores ➤ Penitik ➤ Palu 	<ol style="list-style-type: none"> 1) <i>Flange</i> yang sudah <i>ditack weld</i>, letakan pada meja kerja. 2) Siapkan semua alat dan perlengkapan yang dibutuhkan 3) Atur jangka tusuk yang akan digunakan untuk membuat pola lingkaran tusuk, dengan R120 mm dengan menggunakan ukuran dari mistar baja. 4) Goreskan pada benda kerja. 5) Lingkaran dibagi menjadi 8 bagian dengan busur baja dengan sudut masing-masing bagian 45°. 6) Gores dengan penggores. 7) Teruskan goresan dengan dibantuan mistar baja agar goresan lurus. 8) Garis goresan akan bertemu dengan lingkaran tusuk, pada bagain pertemuan itu diberikan tanda dengan penitik 9) Titik digunakan sebagai pusat mata bor. 	<p>Keselamatan Kerja :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Wearpack</i> ✓ <i>Sepatu safety</i>
---	--	---	---	--

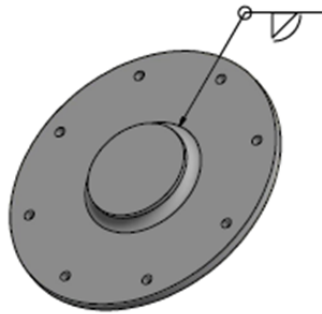
3	<p>Pengeboran untuk lubang baut pengikat</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mesin bor ➤ Bor \varnothing 6 mm dan \varnothing10 mm ➤ Kunci cekam bor ➤ <i>C clamp</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Siapkan semua alat dan perlengkapan yang akan digunakan 2) Pasang bor \varnothing 6 mm, kencangkan dengan kunci cekam bor 3) Letakan benda pada landasan atau meja mesin bor 4) Arahkan mata bor tepat pada titik pengeboran, pasang <i>clamp</i> untuk mempertahankan posisi benda kerja 5) Hidupkan mesin bor, lakukan pengeboran secara perlahan dan berikan <i>coolend</i>. Lakukan tahapan tersebut untuk pengeboran semua titik. 6) Setelah selesai dibor dengan \varnothing 6 mm, ganti bor dengan \varnothing 10 mm, lakukan pengeboran seperti tahapan pertama. 	<p>Keselamatan Kerja :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Wearpack</i> ✓ Kaca mata ✓ Sepatu <i>safety</i> <p>Gunakan <i>coolant</i> pada saat pengeboran</p>
---	--	---	---	--

4	<p>Pembuatan pola untuk dudukan cetakan</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mistar baja ➤ Jangka tusuk 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Siapkan alat dan perlengkapan yang digunakan 2) Taruh benda kerja pada meja kerja 3) Atur jangka tusuk dengan ukuran R 51 mm, agar nantinya membentuk \varnothing 102 mm (sesuai dudukan cetakan) 4) Goreskan jangka tusuk pada benda kerja hingga membentuk lingkaran mal untuk dudukan cetakan. 	<p>Keselamatan Kerja :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Wearpack</i> ✓ Sepatu <i>safety</i>
5	<p>Pengelasan dudukan dengan <i>flange</i> depan.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Satu set mesin las SMAW ➤ Ekeltroda E7016 dan E7018 ➤ Gerinda tangan ➤ Palu terak ➤ Sikat baja ➤ Palu 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Siapkan semua alat dan perlengkapan yang digunakan 2) Letakan benda kerja pada meja las 3) Hidupkan mesin las, setting mesin las dengan polaritas DCEP, dengan arus 90 - 110 A. 4) Atur posisi dudukan sesuai dengan pola yang sudh dibuat. 5) Tekan dudukan dengan palu dan <i>teck weld</i> pada empat sisi dengan elektroda 	<p>Keselamatan Kerja :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Wearpack</i> ✓ Kaca mata ✓ Masker ✓ Sarung tangan ✓ Sepatu <i>safety</i> ✓ Topeng las ✓ Apron



E 7016.

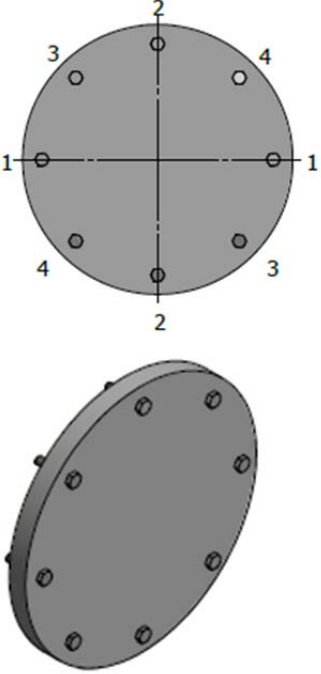
- 6) Lakukan pengelasan (*root pass*) penuh, dengan elektroda E7016 dengan teknik tanpa ayunan. Ketika elektroda habis, sebelum melanjutkan pengelasan akhir dari lasan yang sebelumnya di gerinda sedikit, dibuat agak cekung. Lanjutkan pengelasan, dan ulangi hal yg sama hingga lasan penuh.
- 7) Setelah selesai pengelasan tunggu hingga cukup dingin, bersihkan terak dengan palu terak dan sikat baja. Pastikan benar-benar bersih.
- 8) *Setting* mesin las untuk *cover pass*, dengan polaritas DCEP, dengan arus 100-140 A.

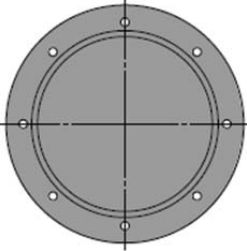
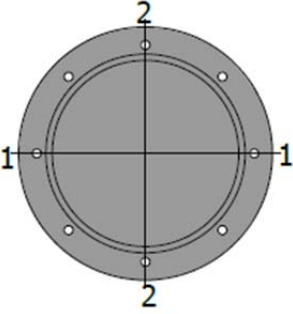


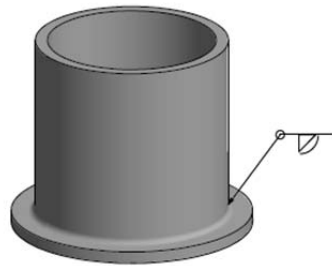
9) Lakukan pengelasan dengan elektroda E7018, pengelasan *cover pass* menggunakan metode, ayunan setengah lingkaran, teknik ini dilakukan dengan mengayunkan elektroda setengah lingkaran keatas dan bawah , pada bagian tepi berhenti sejenak (*pushing*), perbandingan penghentian sejenak pada bagian tepi jalur dengan tengahnya berbanding 2:1.

10) Jika elektroda habis sebelum menyambung lasan pada ujung akhir lasan digerinda cekung sedikit agar rigi-rigi akan lebih halus, dan tidak terjadi cacat las stop star yang terlalu menonjol lakukan hal yang sama hingga selsai pengelasan.

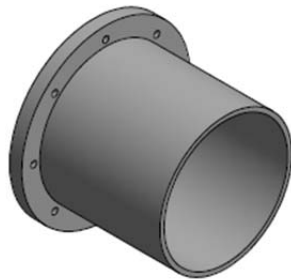
11) Bersihkan terak dengan palu terak dan sikat baja.

6	<p>Pemasangan baut pengikat flange</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kunci 14 dua buah ➤ Baut dan mur M 10x1.25 panjang 30 mm delapan buah 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Siapkan semua alat dan perlengkapan yang akan digunakan 2) Pastikan lubang untuk baut bebas dari kotoran 3) Pasang baut dan berikan ring satu persatu, pemasangan baut dengan urutan bersebrangan, . 4) Pemasangan baut pada bagian pertama jangan terlalu kencang dulu, untuk bagian sebrangnya agar tidak terangkat, pengencangan dilakukan tahap ditahap secara bersamaan antara yang satu dengan yang sebrangnya. Begitu seterusnya hingga kencang. 	<p>Keselamatan Kerja :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Wearpack</i> ✓ <i>Sepatu safety</i>
---	---	--	---	--

7	<p>Pembuatan alur untuk letak tabung cetakan pada <i>flange</i> belakang</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Satu set mesin bubut dan perlengkapannya 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Dialur pada <i>flange</i> belakang yang akan digunakan untuk meletakkan tabung cetakan. (agar <i>center</i> dengan bagian dudukan dan <i>flange</i>) 	<p>Dikerjakan oleh bagian pemesinan</p>
8	<p>Pengelasan <i>flange</i> belakang dengan tabung</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Satu set mesin las SMAW ➤ Elektroda E7016 dan E7018 ➤ Kunci 14 dua buah ➤ Gerinda tangan ➤ Palu terak ➤ Sikat baja ➤ Palu 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Lepas baut yang mengikat <i>flange</i>. 2) Letakan flange pada meja las 3) Letakan tabung pada alur yang sudah dibuat 4) Hidupkan mesin las, setting mesin las dengan polaritas DCEP, dengan arus 90 - 110 A. 5) Tekan cetakan dengan palu dan <i>teck weld</i> pada empat sisi dengan elektroda E 7016. 	<p>Keselamatan Kerja :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Wearpack</i> ✓ Kaca mata ✓ Masker ✓ Sarung tangan ✓ Sepatu <i>safety</i> ✓ Topeng las ✓ Apron



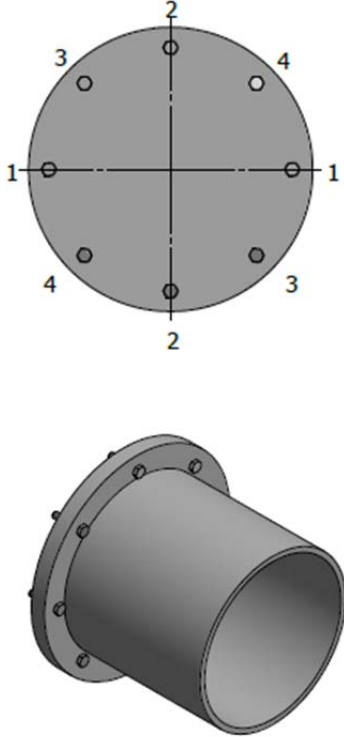
- 6) Lakukan pengelasan (*root pass*) penuh, dengan elektroda E7016 Ø 2.6 mm dengan tanpa ayunan. Ketika elektroda habis, sebelum melanjutkan pengelasan akhir dari lasan yang sebelumnya di gerinda sedikit, dibuat agak cekung dan bila menemui *tack weld* gerinda dulu hingga berkurang, lalu lanjutkan pengelasan, ulangi hal yg sama hingga lasan penuh.
- 7) Setelah selesai pengelasan tunggu hingga cukup dingin, bersihkan terak dengan palu terak dan sikat baja. Pastikan benar-benar bersih.
- 8) *Setting* mesin las untuk *cover pass*, dengan polaritas DCEP, dengan arus 100-140 A.

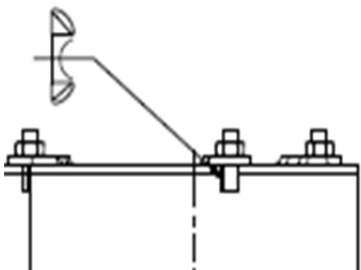
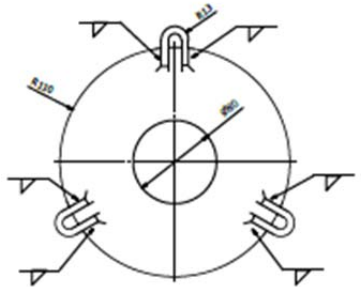


9) Lakukan pengelasan dengan elektroda E7018 \varnothing 3.2 mm, pengelasan *cover pass* menggunakan metode ayunan setengah lingkaran, teknik ini dilakukan dengan mengayunkan elektroda membentuk pola setengah lingkaran keatas dan bawah , pada bagian tepi berhenti sejenak (*pushing*), perbandingan penghentian sejenak pada bagian tepi jalur dengan tengahnya 2:1.


10) Jika elektroda habis sebelum menyambung lasan pada ujung akhir lasan digerinda cekung sedikit agar rigi-rigi akan lebih halus, dan tidak terjadi cacat las stop star yang terlalu menonjol lakukan hal yang sama hingga selsai pengelasan.

11) Bersihkan terak.

9	<p>Rangkai kembali <i>flange</i> depan dan belakang</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kunci 14 dua buah ➤ Mur dan baut M 10 delapan buah 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Siapkan semua alat dan perlengkapan yang akan digunakan 2) Pastikan lubang untuk baut bebas dari kotoran 3) Pasang baut dan berikan <i>ring</i> satu persatu, pemasangan baut dengan urutan bersebrangan, . 4) Pemansangan baut pada bagian pertama jangan terlalu kencang dulu, untuk bagaian sebrangnya agar tidak terangkat,dan agar dapat rapat. Pengencangan dilakukan tahap demi tahap secara bersamaan antara yang satu dengan yang sebrangnya. Begitu seterusnya hingga kencang. 	<p>Keselamatan Kerja :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Wearpack</i> ✓ <i>Sepatu safety</i>
10	<p>Proses pembubutan</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Satu set mesin bubut 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pembubutan permukaan. 	<p>Dilakukan bagian pemesinan</p>

<p>11</p>	<p>Pengelasan baut kancing pada tabung.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Satu set mesin las SMAW ➤ Ekeltroda E7016 ➤ <i>Smith tang</i> ➤ Palu terak ➤ Sikat baja 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Siapkan semua alat dan perlengkapan 2) Letakan tabung cetakan pada meja las 3) Hidupkan mesin las, dan setting dengan arus DCEP, dengan arus 90 - 110 A. 4) Setting baut dengan posisi satung lingkaran di bagi tiga bagian. 5) <i>Teck weld</i> semua baut 6) Cek posisi sudah benar belum 7) Lakukan pengelasan penuh pada baut. 	<p>Keselamatan Kerja :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Wearpack</i> ✓ Kaca mata ✓ Masker ✓ Sarung tangan ✓ Sepatu <i>safety</i> ✓ Topeng las ✓ Apron
<p>12</p>	<p>Pengelasan kancing tutup cetakan.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Satu set mesin las SMAW ➤ Ekeltroda E7016 ➤ Palu terak ➤ Sikat baja 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Letakan tutup pada meja las. 2) Atur letak kancing sesuai dengan baut yang terpasang pada cetakan. 3) <i>Setting</i> mesin las dengan arus DCEP, dengan arus 90 - 110 A. 4) <i>Teck weld</i> kancing dengan tutup cetakan, coba pada tabung cetakan 5) Pengelasan penuh pada kancing dan tutup. Bersihkan terak las. 	<p>Keselamatan Kerja :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Wearpack</i> ✓ Kaca mata ✓ Masker ✓ Sarung tangan ✓ Sepatu <i>safety</i> ✓ Topeng las ✓ Apron

Tabel 13. Proses Pengecatan

No	Gambar Proses	Alat yang digunakan	Langkah Kerja	Keterangan
1.		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ampas ➤ Kain lap ➤ Cat semprot tahan panas 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Siapkan semua alat dan perlengkapan 2) Ampals semua permukaan dari bagian yang akan dicat, urutan ukuran ampals yang digunakan adalah 120, 400 dan 1000 3) Bersihkan dengan kain lap seluruh permukaan benda kerja, pastikan tidak ada kotoran atau minyak yang menempel pada benda kerja. 4) Letak benda kerja pada satu tempat yang terbebas dari debu yang berlebih 5) Semprotkan secara merata cat semprot 6) Tunggu hingga kering. 	<p>Keselamatan Kerja :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Wearpack ✓ Kaca mata ✓ Masker ✓ Sepatu safety <p>Menggunakan cat khusus tahan panas</p>

C. Uji Fungsional

Uji fungsional dilakukan untuk mengetahui apakah cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium sudah dapat berfungsi dengan baik dan aman. pengujian cetakan dilakukan menjadi dua pengujian, yaitu:

1. Uji Dimensi

Pengujian dimensi bertujuan untuk mengetahui apakah ukuran apakah cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium yang dibuat sudah sesuai gambar atau belum. Dalam pengujian ini didapat penyimpangan antara gambar kerja dengan benda kerja, meskipun demikian, komponen cetakan dapat terpasang dengan benar. Perhitungan selisih ukuran dilakukan untuk mengetahui kesalahan ketika proses pengerjaan. Metode yang digunakan adalah pengukuran menggunakan jangka sorong untuk mengukur diameter dan panjang cetakan.

Tabel 14. Selisih ukuran cetakan

Keterangan	Gambarkerja	Benda kerja	selisih
Panjang	275 mm	275 mm	-
Diameter tabung	220 mm	220 mm	-
Panjang tabung	205 mm	204 mm	-1 mm

Hasil uji dimensi yang telah dilaukan pada cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium ada sedikit perbedaan panjang tabung antara gambar kerja dengan benda kerja yaitu 1 mm.

2. Uji Fungsi

Setelah melakukan pengujian dimensi, langkah selanjutnya menguji fungsi dari cetakan. Uji fungsional bertujuan untuk mengetahui apakah apakah cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium sudah dapat

berfungsi sebagaimana mestinya atau masih ada kekurangan. Uji fungsi ini dilakukan dengan cara memasang cetakan pada mesin bubut, setelah cetakan terpasang selanjutnya dilakukan uji fungsi dengan menghidupkan mesin bubut dengan putaran 1100 rpm. Cetakan berputar dengan baik, dan tidak terjadi oleng.

D. Uji Kinerja

Horizontal centrifugal casting aluminium dikatakan baik apabila dapat digunakan untuk melakukan pengecoran dengan aman dan menghasilkan produk yang memiliki keunggulan dari pada pengecoran metode *gravity casting*, sedangkan cetakan pada *horizontal centrifugal casting* aluminium dapat dikatakan baik apabila cetakan dapat digunakan untuk wadah tampung (cetakan secara langsung) logam yang dicor atau sebagai tempat untuk meletakkan pola cetakan dengan profil lain misalnya pola *pully*, *flange pipa* dan lain sebagainya tanpa mengalami kebocoran pada saat dilakukan pengecoran.

Berikut ini tahapan uji kinerja mesin *horizontal centrifugal casting* aluminium memanfaatkan mesin bubut :

1. Siapkan bahan yang akan di cor, hitung volume yang akan di cor, berat yang akan dicor. Perhitungan volume dan berat yang di butuhkan :

Volume = V pipa aluminium – V rongga dalam

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot t - \frac{\pi d^2}{4} \cdot t$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 205^2}{4} \cdot 200 - \frac{3,14 \cdot 165^2}{4} \cdot 200$$

$$V = 6\,597\,925\text{ mm}^3 - 4\,274\,325\text{ mm}^3$$

$$= 2\,323\,600\text{ mm}^3 = 0,00224\text{ m}^3$$

Sehingga didapat volume yang akan dicor (V akhir) yaitu $0,00224\text{ m}^3$, untuk menghitung beratnya maka V akhir dikalikan massa jenis, yaitu :

$$\text{Berat} = V \times \rho \text{ aluminium}$$

$$= 0,00224\text{ m}^3 \times 2700\text{ kg/m}^3$$

$$= 6,05\text{ kg}$$

Keterangan :

$\pi = 3,14$	$t =$ tinggi tabung
$D =$ diameter pipa aluminium	$V =$ volume
$d =$ diameter rongga dalam	$\rho =$ massa jenis aluminium

Kebutuhan berat yang akan di cor adalah 6,1 kg (dibulatkan), karena dalam peleburan aluminium dapat terjadi logam yang menjadi terak dan tertinggal didalam tungku, maka untuk melebur aluminium ditambah 30% dari berat kebutuhan, jadi total berat yang dilebur adalah sekitar 8 kg.

2. Persiapkan alat dan perlengkapan yang akan digunakan, adapun alat dan perlengkapan yang akan digunakan adalah :
 - a. Alat yang akan digunakan :
 - 1) Mesin bubut
 - 2) Tungku pengecoran dan perlengkapannya
 - 3) Mesin las OAW satu set

b. Keselamatan kerja :

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 1) <i>Wearpack</i> | 4) Pelindung lengan |
| 2) Sepatu <i>safety</i> | 5) Sarung tangan |
| 3) Apron | 6) Pelindung muka |
3. Lapisi cetakan dan corong dengan bedak agar aluminium nantinya tidak merekat pada cetakan dan corong.(Pemakaian bedak sebenarnya tidak direkomendasikan). Grafit merupakan bahan yang tepat untuk melapisi cetakan.
4. *Setting* cetakan dan corong *horizontal centrifugal casting* pada mesin bubut yang akan digunakan, pastikan antara ujung corong dengan mulut cetakan sudah pas.



Gambar 35. *Setting* Cetakan dan Corong

5. *Setting* putaran mesin bubut pada kecepatan 1100 rpm.
6. Hidupkan tungku dan mulai melebur aluminium, dengan waktu kurang lebih 40 menit dengan suhu sekitar 660-800°C. Sambil menunggu aluminium mencair panaskan cetakan dan corong dengan menggunakan api dari mesin las OAW. Pemanasan ini bertujuan untuk menjaga suhu agar tidak terjadi penurunan suhu yang terlalu cepat pada saat aluminium cair dituangkan.



Gambar 36. Pemanasan Cetakan dan Corong

7. Setelah aluminium mencair, putar eretan memanjang untuk memasukan ujung corong pada mulut cetakan.
8. Tuangkan aluminium kedalam corong secara kontinyu atau tidak terputus sesuai volume yang sudah ditentukan.



Gambar 37. Penuangan Aluminium

9. Tunggu kurang lebih 15 menit agar benar-benar mengeras.



Gambar 38. Pendinginan Aluminium

10. Keluarkan aluminium dari tabung cetakan dengan alat bantu.



Gambar 39. Pengeluaran Aluminium



Gambar 40. Hasil Pengecoran

Dari hasil uji kinerja yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Cetakan *horizontal centrifugal casting* dapat digunakan untuk melakukan pengecoran *centrifugal* posisi horizontal dengan baik.
2. Tidak terjadi kebocoran pada tutup tabung cetakan.

E. Pembahasan

1. Cetakan *horizontal centrifugal casting*

Cetakan *horizontal centrifugal casting* merupakan komponen utama dalam mesin *horizontal centrifugal casting*. Cetakan merupakan tempat dimana menjadi wadah logam cair yang dicorkan, oleh karena itu pembuatan cetakan harus benar-benar kuat dan aman untuk pengecoran metode

centrifugal. Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* adalah St 34, St 42 dan St 50 yang berupa plat besi Ø280 mm tebal 8 mm dua buah, plat besi Ø 102 mm dengan tebal 15 mm, plat besi Ø220 mm dengan tebal 8 mm, plat besi ukuran 36 mm x 38 mm tiga buah, dan pipa Ø 8 inch tebal 7 mm.

Untuk mendapatkan hasil pemotongan bahan yang sesuai ukuran yang direncanakan, maka diperlukan proses pengukuran dan pemberian tanda yang jelas. Pemberian tanda garis pada bahan diusahakan menggunakan penggaris siku agar hasil dari garis tersebut siku, tidak miring dan sesuai dengan yang diharapkan.

Proses pembuatan pola untuk lubang baut pengikat *flange* dengan cara pembagian sudut dengan busur merupakan cara yang digunakan, namun cara yang digunakan merupakan cara yang salah. Resiko kesalahan dalam pembagian sudut akan besar karena dalam cara ini busur dapat saja bergeser tanpa kita sadari, serta penggoresan yang kurang presisi juga dapat menyebabkan terjadinya kesalahan pembagian sudut. Pembagian sudut yang tidak presisi mengakibatkan terjadinya perbedaan letak baut dan tentunya akan berpengaruh pada saat cetakan diputar, akan terjadi pembebanan yang tidak seimbang pada tepi *flange*. Titik yang terbebani menjadi pusat gaya centrifugal terbesar pada saat mesin diputar, hal itu juga akan mengakibatkan getaran pada mesin.

Pembagian sudut yang benar untuk pola baut pada *flange* menggunakan metode pembagian sudut dengan metode grafis. Metode tersebut dapat membagi sudut pada lingkaran dengan presisi dibandingkan dengan cara pembagian sudut dengan busur. Komponen seperti dudukan cetakan, *flange*, tabung dan tutup cetakan dibubut terlebih dahulu, pembubutan dilakukan oleh bagian pemesinan.

Proses perakitan menggunakan ikatan baut dan pengelasan. Ikatan baut menggunakan baut M10 dengan panjang 30 mm sejumlah delapan buah. Pengelasan dilakukan dengan cara *tack weld* terlebih dahulu menggunakan elektroda E 7016 Ø2,6 dengan arus sebesar 90-110 *ampere*. Pastikan posisi sudah benar lalu lakukan pengelasan *root pass* dengan elektroda E 7016 Ø2,6 arus sebesar 90-110 A. Setelah selesai *root pass* bersihkan lasan dengan palu terak dan sikat baja. Teruskan dengan pengelasan *cover pass* dengan elektroda E7018 Ø3,2 arus sebesar 100-130 A.

Pengelasan pada dudukan dan *flange* dilakukan dengan cara kontinu mengakibatkan terjadinya deformasi pada *flange* karena perbedaan tebal bahan dasar yang dilas dan suhu yang terlalu tinggi. Pengelasan dengan cara *intermittent* bergantian hingga lasan penuh lebih disarankan karena panas yang timbul akibat pengelasan akan lebih rendah dan akan mengurangi resiko terjadinya deformasi. Pengelasan dilakukan secara bertahap, namun tidak secara terus menerus melainkan diberi waktu jeda untuk penurunan suhu agar panas tidak terlalu tinggi.

Setelah semua komponen cetakan terangkai dengan baik kemudian untuk *finishing* dilakukan pengamplasan seluruh permukaan cetakan agar halus dan kotoran yang menempel hilang. Bersihkan dengan kain lap agar debu terangkat, setelah itu lakukan pengecatan cetakan dengan cat semprot tahan panas.

2. Proses dan hasil pengecoran

Uji coba pengecoran dilakukan guna mengetahui apakah mesin mampu digunakan untuk pengecoran secara baik dan aman. Uji coba pengecoran yang dilakukan membuat silinder atau pipa dari aluminium dengan diameter 220 mm dengan panjang 200 mm ketebalan 20 mm (menggunakan tabung cetakan secara langsung tanpa ada cetakan pola lain).

Proses pengecoran yang di praktikan menggunakan kecepatan 1100 rpm. Sebelum melakukan pengecoran cetakan dan corong dilapisi dengan bedak tipis namun sebenarnya bedak tidak disarankan untuk dipakai. Lebur aluminium yang akan dicor sesuai hitungan yaitu 8 kg kurang lebih selama 40 menit dengan suhu 660 – 800°C. Sambil menunggu aluminium lebur cetakan dan corong dipanaskan dengan api dari mesin las OAW. Pemansan bertujuan untuk menjaga suhu agar tidak ada penurunan suhu yang terlalu cepat secara mendadak.

Penuangan aluminium pada alat *sentrifugal casting* tidak dapat satu kali tuang karena volume yang dicor lebih besar dari pada volume alat bantu penuangan, untuk meniasati kendala ini maka dilakukan penuangan secara terus menerus. Namun pada praktiknya sempat terjadi kesenjangan

pada saat penuangan. Selesai penuangan tunggu 15 menit untuk waktu pembekuan aluminium.

Pengeluaran aluminium dari cetakan dilakukan dengan alat bantu untuk mengeluarkan benda hasil coran, namun terjadi kesulitan saat pengeluaran aluminium dikarenakan cetakan yang tidak dibuat tirus..

Hasil pengecoran memperlihatkan bahwa terak atau kotoran yang mempunyai berat lebih ringan akan muncul pada permukaan bagian dalam benda sedangkan untuk kotoran yang memiliki berat lebih besar akan muncul pada permukaan bagian luar benda kerja. Terjadi *layer* pada penampang hasil pengecoran.(perhatikan gambar)



Gambar 41. Permukaan Dalam



Gambar 42. Permukaan Luar



Gambar 43. Penampang Hasil Pengecoran

Benda hasil pengecoran kemudian diproses pemesinan untuk dibubut, setelah dilakukan pembubutan untuk mendapatkan permukaan yang bersih dari terak bagian permukaan luar di bunag sekitar 3-5 mm, dan untuk bagian dalam sekitar 5-7 mm. Namun terdapat *porosity* pada benda hasil pengecoran.

Hasil uji kekersan vickers pada aluminium hasil pengecoran yaitu :

Tabel 15. Hasil Uji Kekerasan Vickers

Bahan	Uji	Diagonal indentasi (mm)		Diagonal rata-rata	Harga kekerasan Vickers (kg/mm ²)	Harga kekerasan rata-rata Vickers (kg/mm ²)
		D1	D2			
Aluminium (<i>centrifugal casting</i>)	1	1	1	1	111,24	95,76
	2	1,1	1,1	1,1	91,93	
	3	1,1	1,2	1,15	84,11	
Aluminium (<i>gravity casting</i>)	1	1,2	1,2	1,2	77,25	79,53
	2	1,2	1,2	1,2	77,25	
	3	1,2	1,1	1,15	84,11	

Hasil uji kekersan vickers yang telah dilakukan didapat hasil untuk kekerasan aluminium dengan metode *centrifugal casting* yaitu 95,76kg/mm² sedangkan untuk metode *gravity casting* 79,53 kg/mm². Hasil ini membuktikan bahwa hasil pengecoran dengan metode *centrifugal casting* memiliki kekerasan yang lebih baik dibandingkan dengan metode *gravity casting*.

F. Analisa Alat dan Hasil Pengecoran

1. Alat

Berdasarkan analisa dari uji kinerja mesin dapat di simpulkan bahwa alat tersebut :

- a. Alat tidak oleng atau dapat berputar dengan baik.
- b. Alat mampu menahan suhu dari aluminium cair yaitu sekitar 660°C
- c. Tidak terjadi kebocoran pada cetakan.
- d. Posisi alat terlalu tinggi sehingga sedikit mengalami kesulitan saat menuangkan cairan logam.
- e. Pengeluaran hasil coran mengalami kesulitan karena tabung tidak dibuat tirus.

2. Proses dan hasil pengecoran

Berdasarkan analisis dari proses pengecoran dan hasil pengecoran dapat di simpulkan bahwa :

- a. Terjadi *porosity* pada hasil pengecoran akibat penggunaan lapisan bedak yang tidak direkomendasikan, karena bedak bersifat menyerap air sehingga ada air atau udara lembab yang mengumpul dicetakan yang mengakibatkan *porosity* pada benda hasil pengecoran.
- b. Terjadi layer pada hasil pengecoran ini disebabkan karena proses penuangan tidak sekali tuang atau terjadi kesenjangan penuangan dan terlalu lamanya penuangan karena berulang-ulang kali. (cara penuangan salah).

- c. Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa nilai kekerasan untuk aluminium dengan metode *centrifugal casting* yaitu $95,76 \text{ kg/mm}^2$ sedangkan untuk metode *gravity casting* $79,53 \text{ kg/mm}^2$. Hasil ini membuktikan bahwa hasil pengecoran dengan metode *centrifugal casting* memiliki kekerasan yang lebih baik dibandingkan dengan metode *gravity casting*.

G. Kelemahan Alat

Berdasarkan analisis konstruksi dan uji kinerja pada *horizontal centrifugal casting aluminium* terdapat kelemahan-kelemahan yaitu :

1. Terdapat selisih dimensi cetakan pada panjang tabung.
2. Alat yang terlalu tinggi, sedikit menyulitkan pada saat penuangan cairan logam.
3. Tabung cetakan tidak dibuat tirus mengakibatkan sulitnya pengeluran hasil pengecoran.
4. Putaran mesin tidak dapat dirubah secara otomatis, harus pada posisi mesin tidak berputar atau mati.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium untuk kontruksi cetakan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan sudah sesuai dengan desain, yang dibuat untuk membuat cetakan *horizontal centrifugal casting* yaitu St 34, St 42, dan St 50 yang terdiri dari plat besi $\varnothing 102$ mm dengan tebal 15 mm, plat besi $\varnothing 280$ dengan tebal 8 mm, plat besi $\varnothing 220$ mm dengan tebal 8 mm, plat besi tebal 5 mm, pipa $\varnothing 8$ inch dengan panjang 205 mm tebal 7 mm.
2. Mesin dan perlengkapan yang digunakan dalam proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium adalah sebagai berikut:
 - a. Mesin yang digunakan meliputi: mesin las listrik SMAW, mesin gerinda potong, mesin gerinda tangan, mesin bor, dan mesin gergaji.
 - b. Alat ukur yang digunakan adalah mistar baja, jangka sorong (bagian pemesinan) dan busur baja.
 - c. Alat *marking out* yang digunakan yaitu penggores, penitik, jangka tusuk dan palu.
 - d. Alat bantu yang digunakan adalah ragum, *smith tang*, *clamp*, sikat baja, dan palu terak.
 - e. Alat keselamatan kerja yang digunakan adalah baju praktik, apron, sarung tangan, kacamata, topeng las, sepatu *safety*, dan penutup telinga.
3. Urutan proses pembuatan *horizontal centrifugal casting* yaitu: 1) identifikasi gambar; 2) persiapan bahan, alat dan mesin; 3) perencanaan pemotongan bahan (*cutting plan*); 4) Pengurangan volume bahan; 5) proses perakitan pengelasan; 6) proses penyelesaian permukaan (*finishing*) dan; 7) uji kinerja.

4. Setelah dilakukan uji kinerja, dapat ditarik kesimpulan bahwa *horizontal centrifugal casting* mampu digunakan untuk pengecoran metode *centrifugal*, namun terjadi kesulitan saat pengambilan hasil cor.
5. Hasil pengecoran metode *centrifugal* yang telah dilakukan menghasilkan aluminium dengan nilai kekerasan vickers $95,76 \text{ kg/mm}^2$ sedangkan metode *gravity casting* $79,53 \text{ kg/mm}^2$.

B. SARAN

Setelah dilakukan pembuatan *horizontal centrifugal casting* dan uji kinerja alat, penulis memiliki saran sebagai berikut:

1. Perlu pengembangan desain dan perbaikan pada alat seperti :
 - a. Tabung cetakan dibuat tirus agar mudah mengambil benda hasil pengecoran.
 - b. Perlu dibuatkan alat bantu (landasan) untuk pijakan agar memudahkan proses penunagan, karena posisi alat yang tinggi.
 - c. Perlu dibuat kontrol kecepatan putar yang dapat mengubah kecepatan tanpa mematikan atau menghentikan putaran mesin.
2. *Horizontal centrifugal casting* sebaiknya diletakkan ditempat yang luas agar dalam proses pengecoran lebih leluasa.
3. Parameter pengecoran harus benar, seperti :
 - a. Penggunaan lapisan cetakan yang tepat, gunakan grafit sebagai lapisan cetakan, karena grafit tidak menyerap air.
 - b. Cara penuangan cairan logam harus satu kali tuang.
 - c. Kecepatan putar harus benar dan sesuai, agar hasil pengecoran maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alip, Muchamad. (1989). *Teori dan Praktek Las*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.
- Ambiyar.(2008). *Teknik Pembentukan Plat*. Jakarta. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Amstead, B.H, dkk. (1979). *Teknologi Mekanik Jilid 1* (Sriatie Djaprie. Terjemahan). Jakarta: Erlangga.
- Anonim. (2015). *Kobelco Welding Handbook Welding Consumables Processes*. Diambil tanggal 17 Juli 2015 dari <http://www.kobelco.co.jp/english/welding/files/handbook2015.pdf>
- Anonim.(2016). *Table Hardness*. Diakses dari <http://www.engineershandbook.com/Tables/hardness.html> pada tanggal 20 Februari 2016.
- Anonim. (2016). *Hardness Conversion Table*. Diakses dari <file:///I:/HardnessConversionTable,Brinell,Rockwell,Vickers,Engineer's.Handbook.html> pada tanggal 20 Februari 2016.
- Sato,T.G. dan Sugiarto, H.N. (1999). *Menggambar Mesin Menurut Standard ISO*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sumantri, (1989). *Teori Kerja Bangku*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.
- Sri Widharto, (2007), *Menuju Juru Las Tingkat Dunia*. Jakarta: PT. Pradnya Pramita.
- Sri Widharto, (2008), *Petunjuk Kerja Las*. Jakarta: PT. Pradnya Pramita.
- Widiyanto. dan Yogaswar ,E. (2013). *Elemen Mesin*. Bandung: Kementriyan dan Kebudayaan.
- Wirjosumarto, Harsono. (2004). *Teknologi Pengelasan Logam*. Cet. 9. Jakarta: Pradnya Paramita.

LAMPIRAN



Alamat : Kampus Karang Malang Yogyakarta Telpn (0274) 554690 Fax (0274) 554690

FRM/MES/28-00
02 Agustus 2007

Kartu Bimbingan Proyek Akhir

Judul Proyek Akhir : Proses Fabrikasi Cetakan *Horizontal Centrifugal Casting*
Aluminium

Nama Mahasiswa : Nurcahyo

No Mahasiswa : 13508134001

Dosen Pembimbing : Drs. Riswan Dwi Djatmiko, M.Pd.

No	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1	Selasa 8-3-2016	Bab I	Revisi Rumus masalah	
2	Jumat 11-3-2016	Bab I	ok	
3	Senin 21-3-2016	Bab II Bab III	revisi pada konsep proses pembenturan	
4	Rabu 23-3-2016	Bab II & III	ok	
5	28-3-2016	Bab III Bab II	revisi flow chart revisi analisis	
6	31-3-2016	Bab III Bab II	Revisi flow chart ok	

Keterangan :

- Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali, kartu ini boleh dicopy.
- Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan proyek akhir

Mengetahui,
Koordinator Proyek Akhir,

Arif Marwanto, M.Pd
NIP.19800329 200212 1 001



FRM/MES/28-00
02 Agustus 2007

Kartu Bimbingan Proyek Akhir

Tudul Proyek Akhir : Proses Fabrikasi Cetakan Horizontal Centrifugal Casting Aluminium
 Nama Mahasiswa : Nurcahyo
 No Mahasiswa : 13508134001
 Dosen Pembimbing : Drs. Riswan Dwi Djatmiko, M.Pd.

No	Haril/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
7.	Senin - 11.4.2016	bab 10	ok	<i>[Signature]</i>
8.	Rabu - 27.4.2016	Gambar 10 11	revisi kode	<i>[Signature]</i>
9.	Senin - 2.5.2016	Gambar	revisi penyusunan gambar	<i>[Signature]</i>
10.	Selasa - 3-5-2016	Bimbingan	ok	<i>[Signature]</i>
		Laporan	ok	<i>[Signature]</i>

Keterangan :

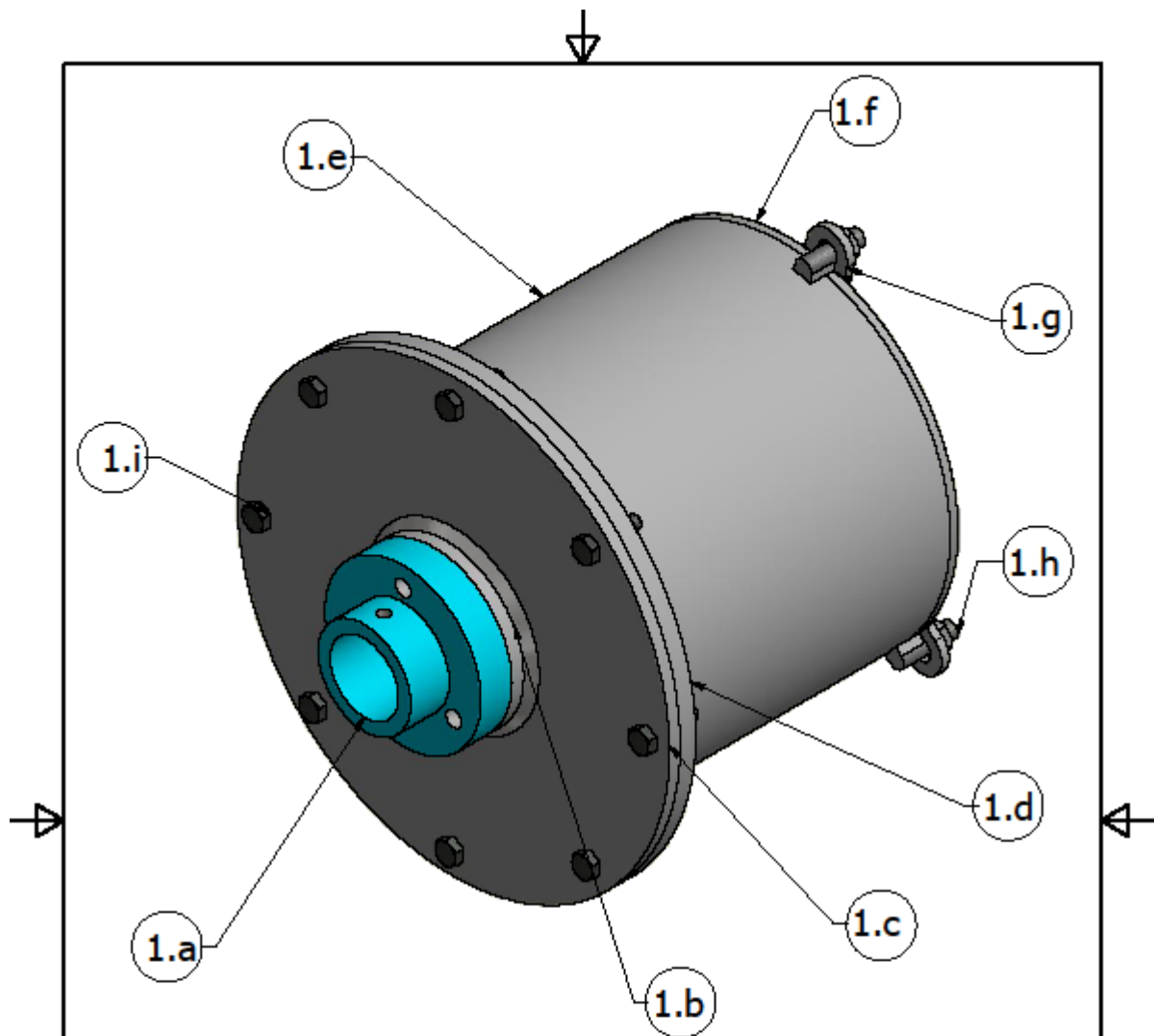
- Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali. Bila lebih dari 6 kali, kartu ini boleh dicopy.
- Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan proyek akhir.

Mengetahui,
Koordinator Proyek Akhir,

[Signature]

Arti Marwanto, M.Pd

NIP.19800329 200212 1 001



No	Nama Bagian	Jmlh	Ukuran	Keterangan
1.a	Flange 1	1	dia 102	ada pada mesin bubut
1.b	Flange 2	1	dia 102x 20mm	dibubut dan di las
1.c	Flange belakang	1	dia 280 tebal 10	di bubut dan dilas
1.d	Flange depan	1	dia 280 tebal 10	dibubut
1.e	Tabung cetakan	1	dia 220 x 205	di bubut dan dilas
1.f	Penutup	1	dia 220 tebal 8	dibubut
1.g	Pengunci tutup	3	plat 5mm	digerinda
1.h	Baut pengunci	3	M10	tersedia
1.i	Baut flange	8	M10	terseda

Designed by Kelompok 1	Checked by	Approved by	Date 18/11/2015	skala 1:2.5
---------------------------	------------	-------------	--------------------	----------------

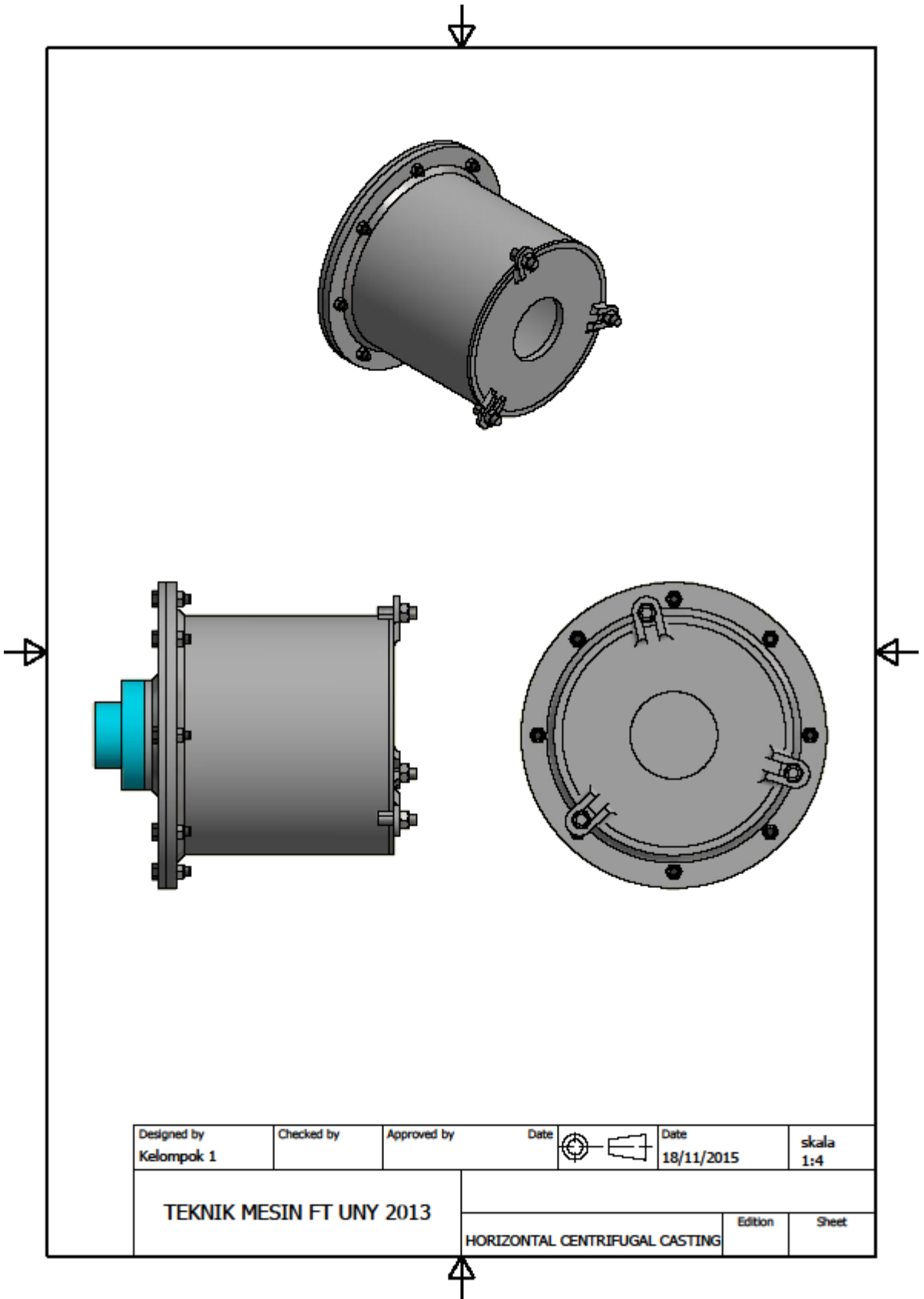
TEKNIK MESIN FT UNY 2013

GAMBAR GABUNGAN CETAKAN

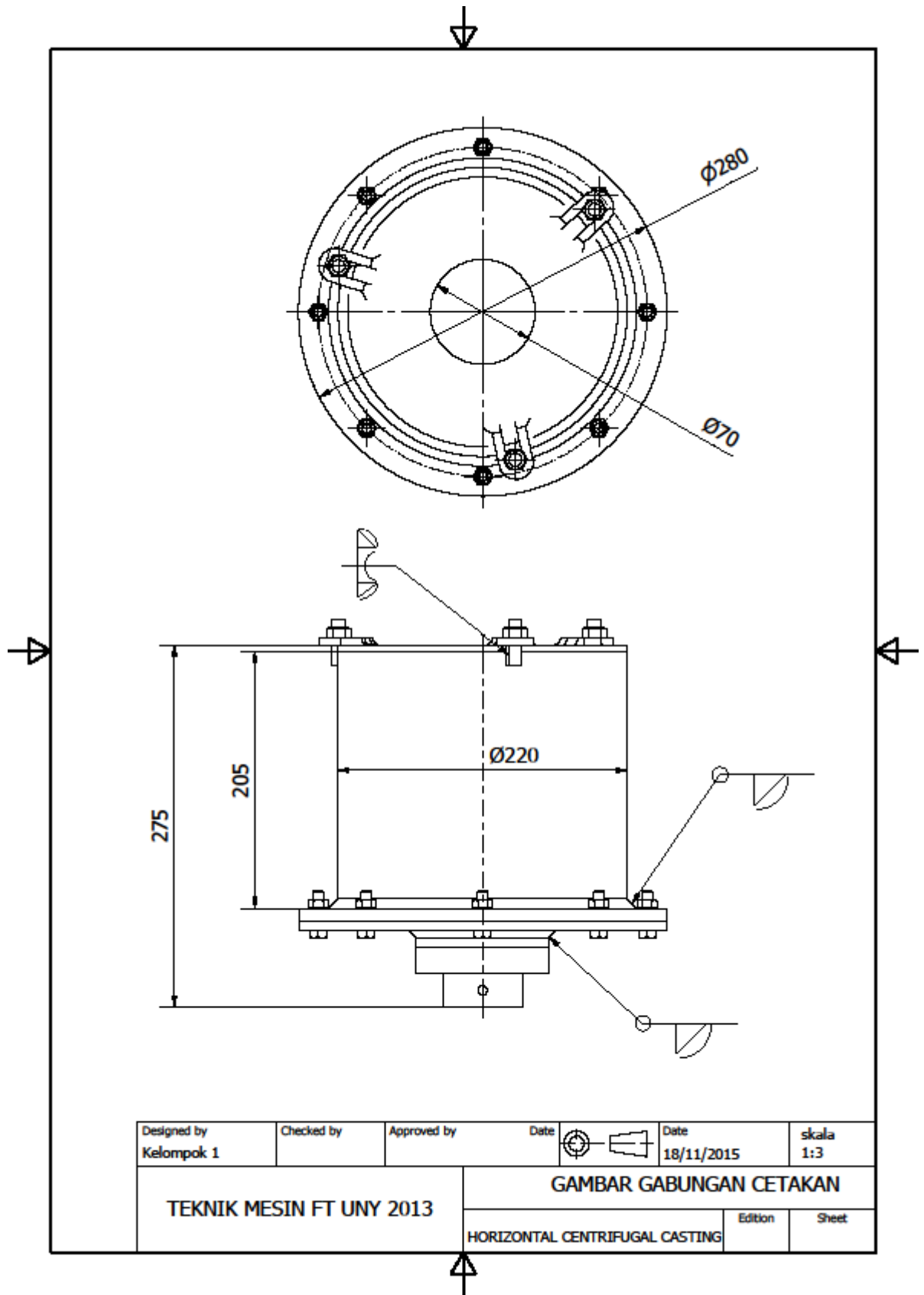
HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING

Edition

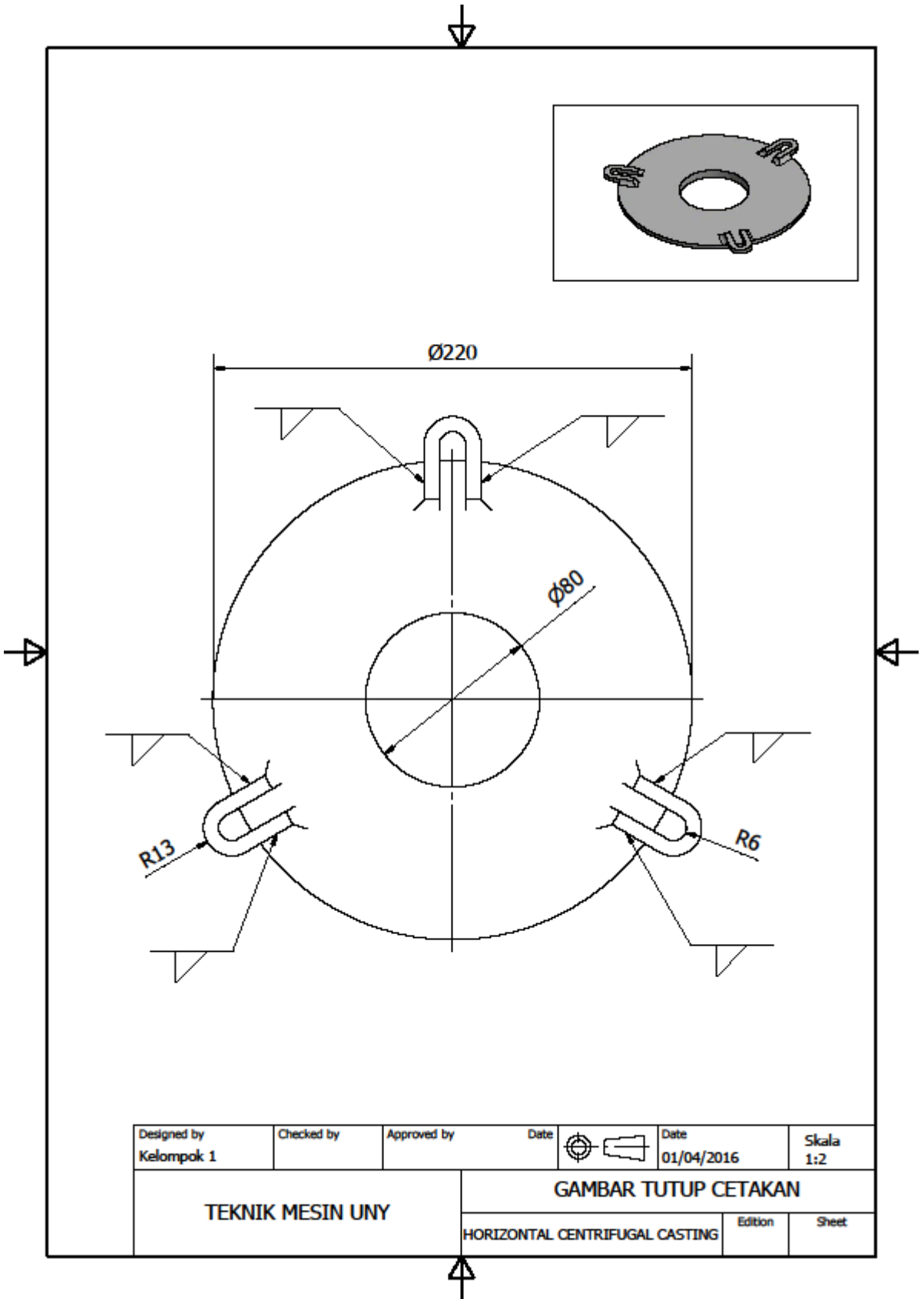
Sheet




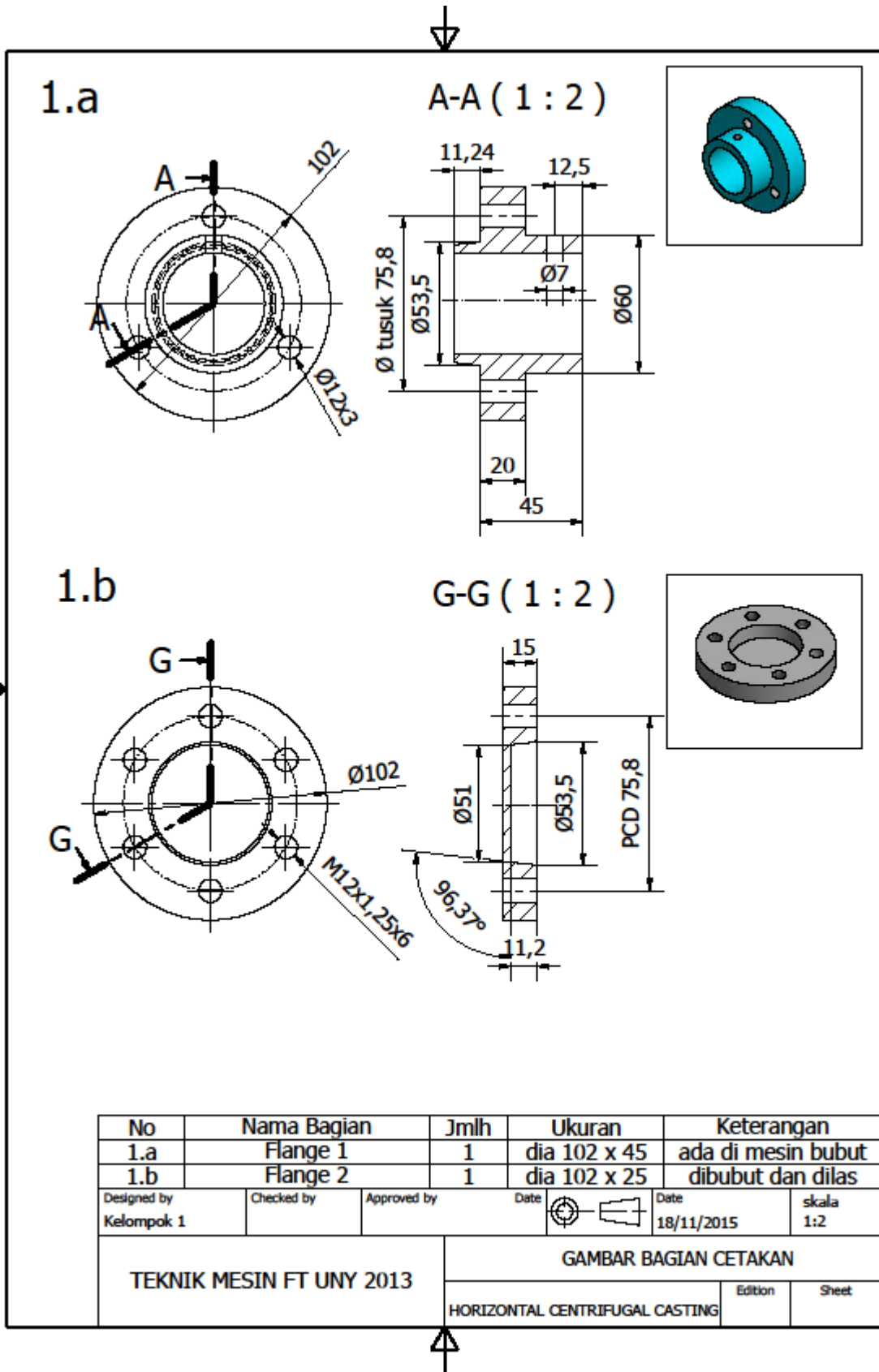
Designed by Kelompok 1	Checked by	Approved by	Date 18/11/2015	skala 1:4
TEKNIK MESIN FT UNY 2013		Date		18/11/2015
		Edition		Sheet
		HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING		

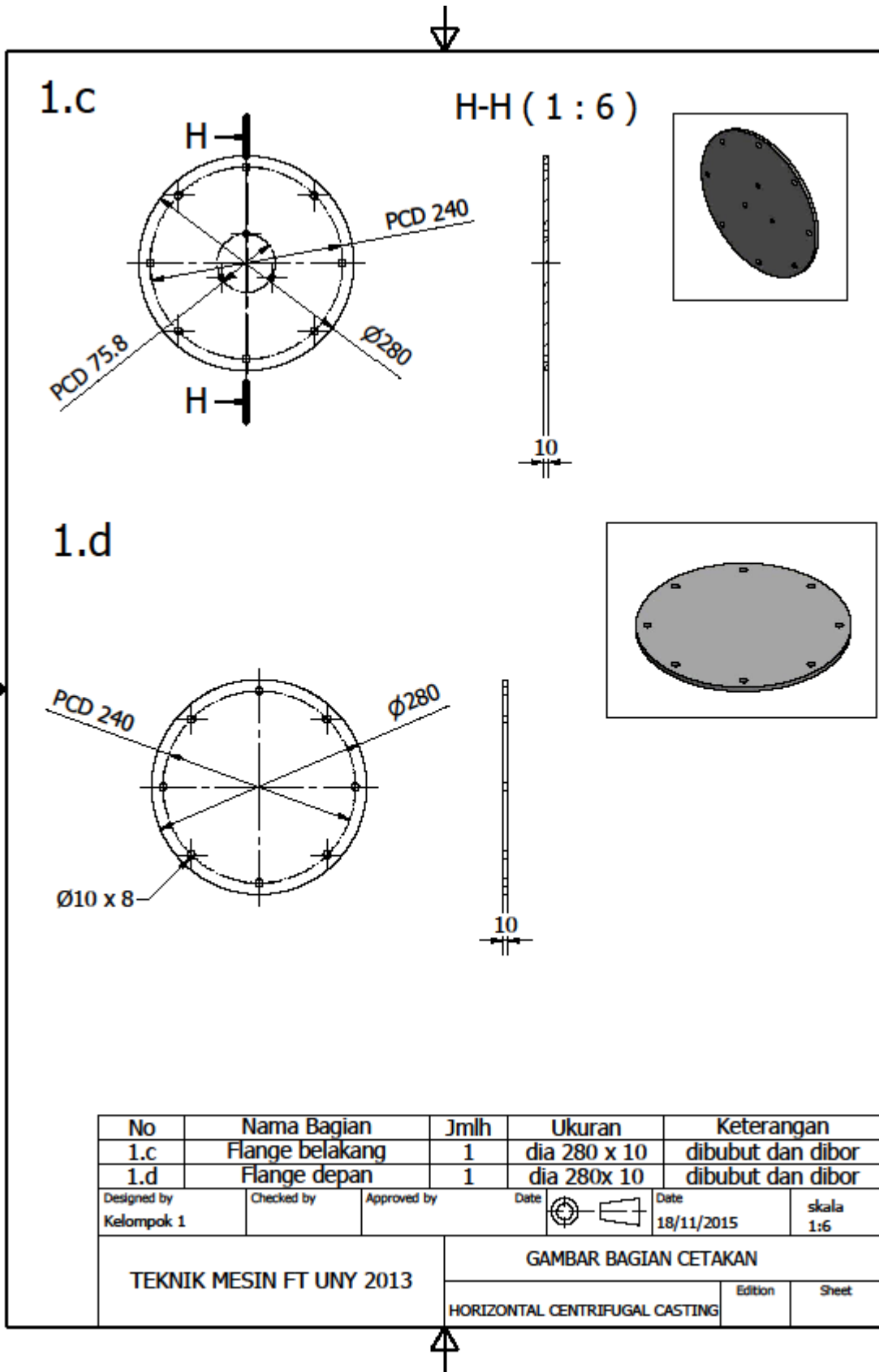


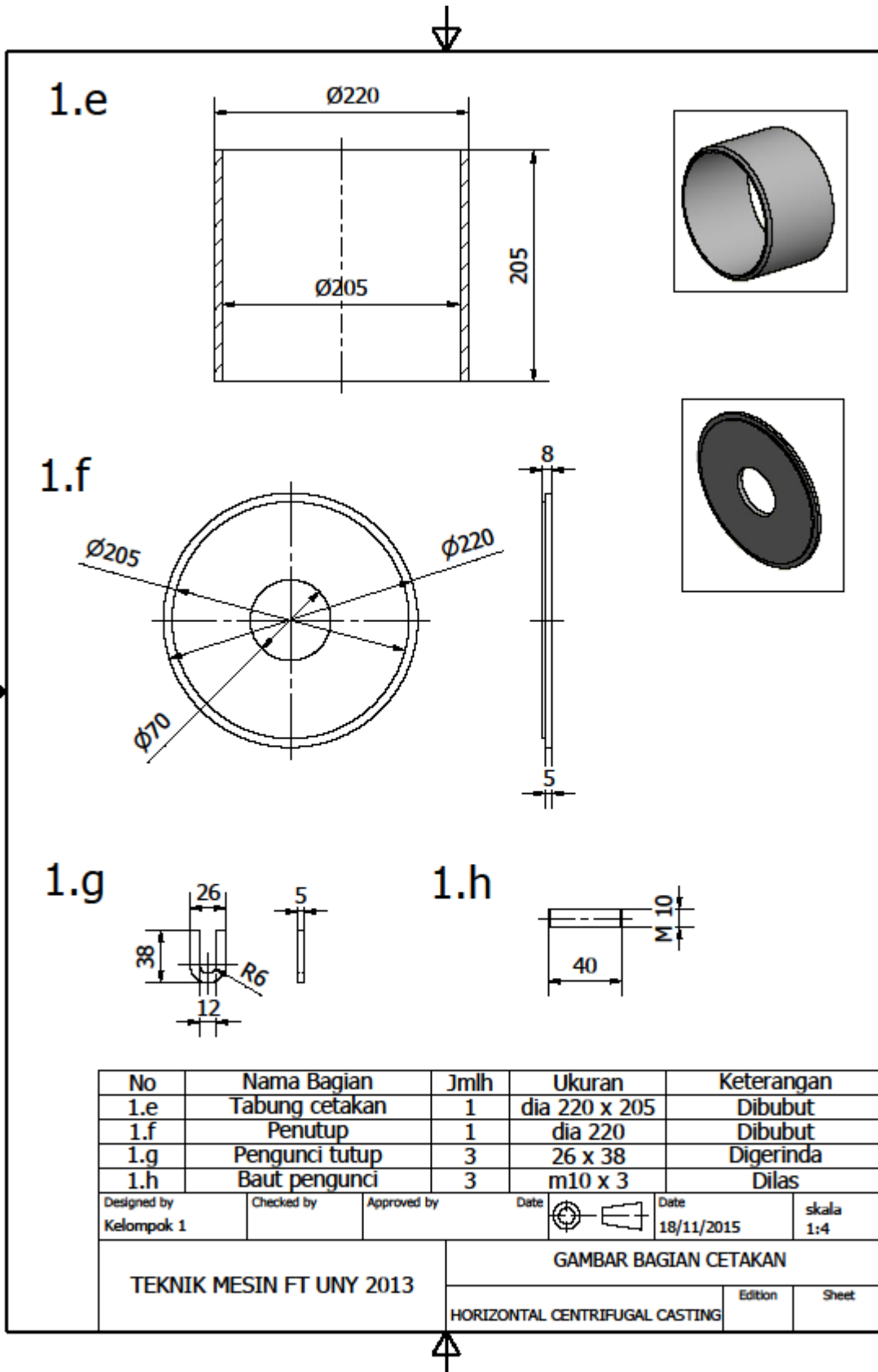
Designed by Kelompok 1	Checked by	Approved by	Date 18/11/2015	skala 1:3
TEKNIK MESIN FT UNY 2013			GAMBAR GABUNGAN CETAKAN	
HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING			Edition	Sheet

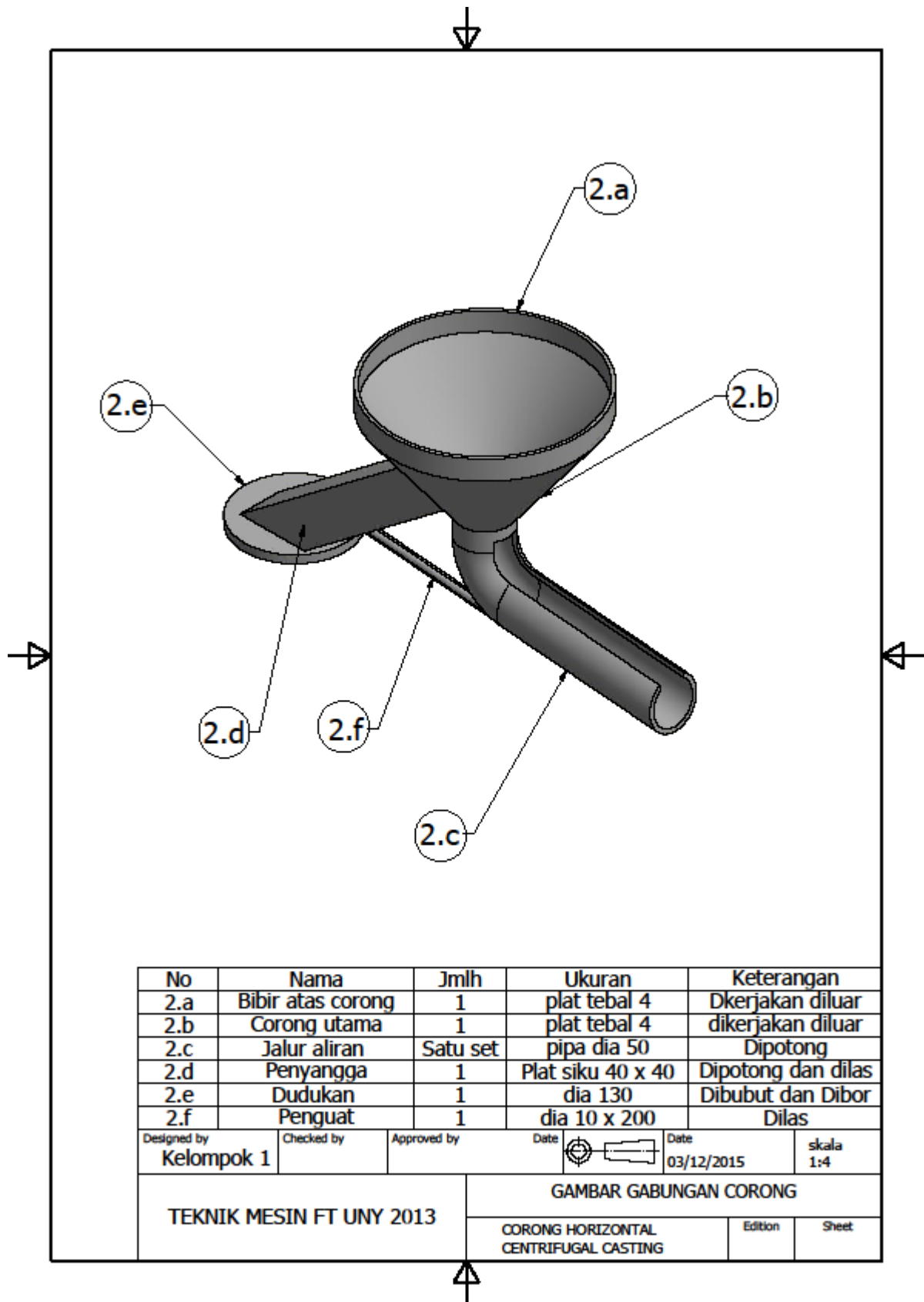


Designed by Kelompok 1	Checked by	Approved by	Date		Date 01/04/2016	Skala 1:2
TEKNIK MESIN UNY			GAMBAR TUTUP CETAKAN			
			HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING	Edition	Sheet	





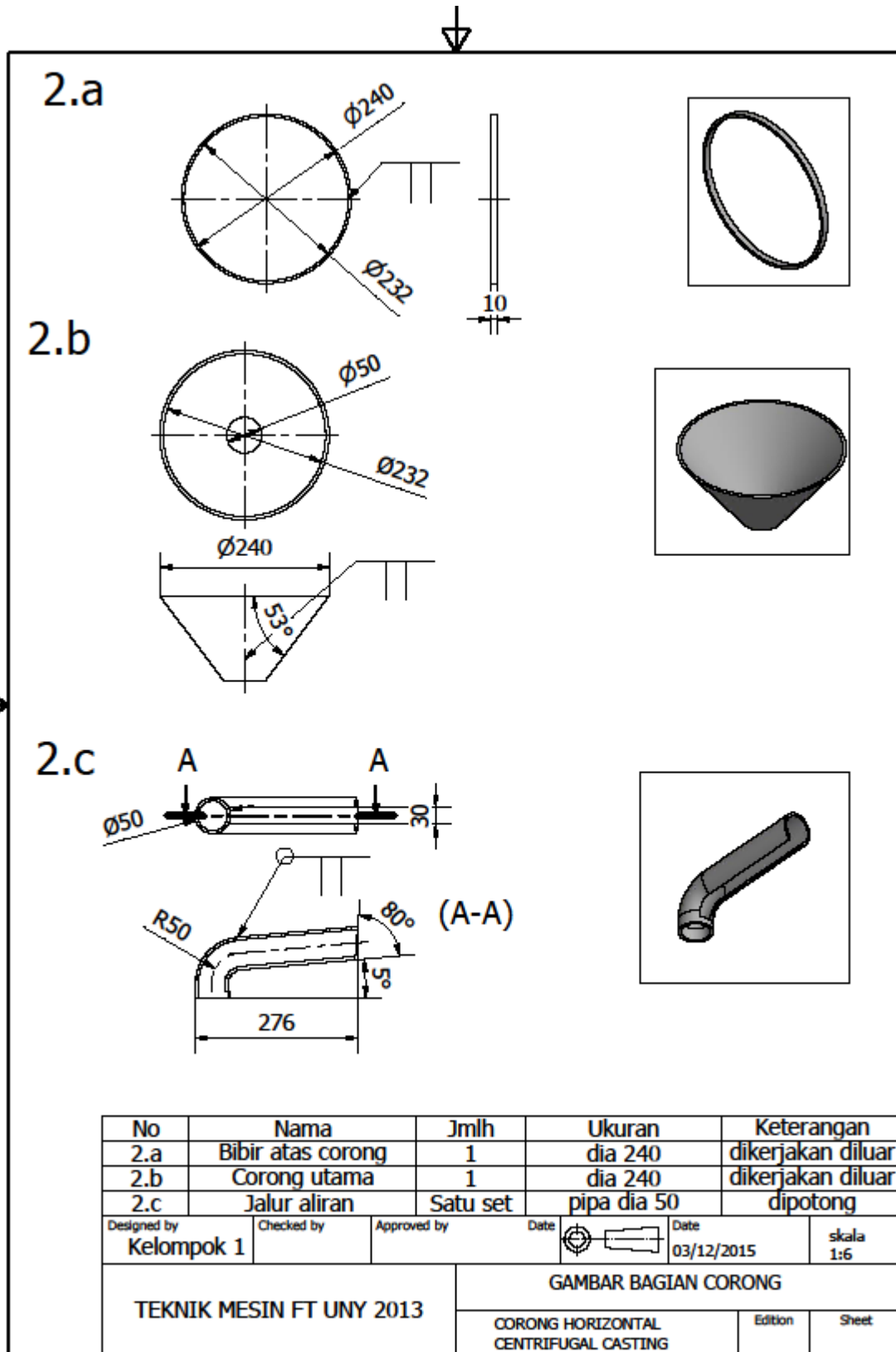




No	Nama	Jmlh	Ukuran	Keterangan
2.a	Bibir atas corong	1	plat tebal 4	Dkerjakan diluar
2.b	Corong utama	1	plat tebal 4	dikerjakan diluar
2.c	Jalur aliran	Satu set	pipa dia 50	Dipotong
2.d	Penyangga	1	Plat siku 40 x 40	Dipotong dan dilas
2.e	Dudukan	1	dia 130	Dibubut dan Dibor
2.f	Penguat	1	dia 10 x 200	Dilas

Designed by Kelompok 1	Checked by	Approved by	Date 03/12/2015	skala 1:4
----------------------------------	------------	-------------	--------------------	--------------

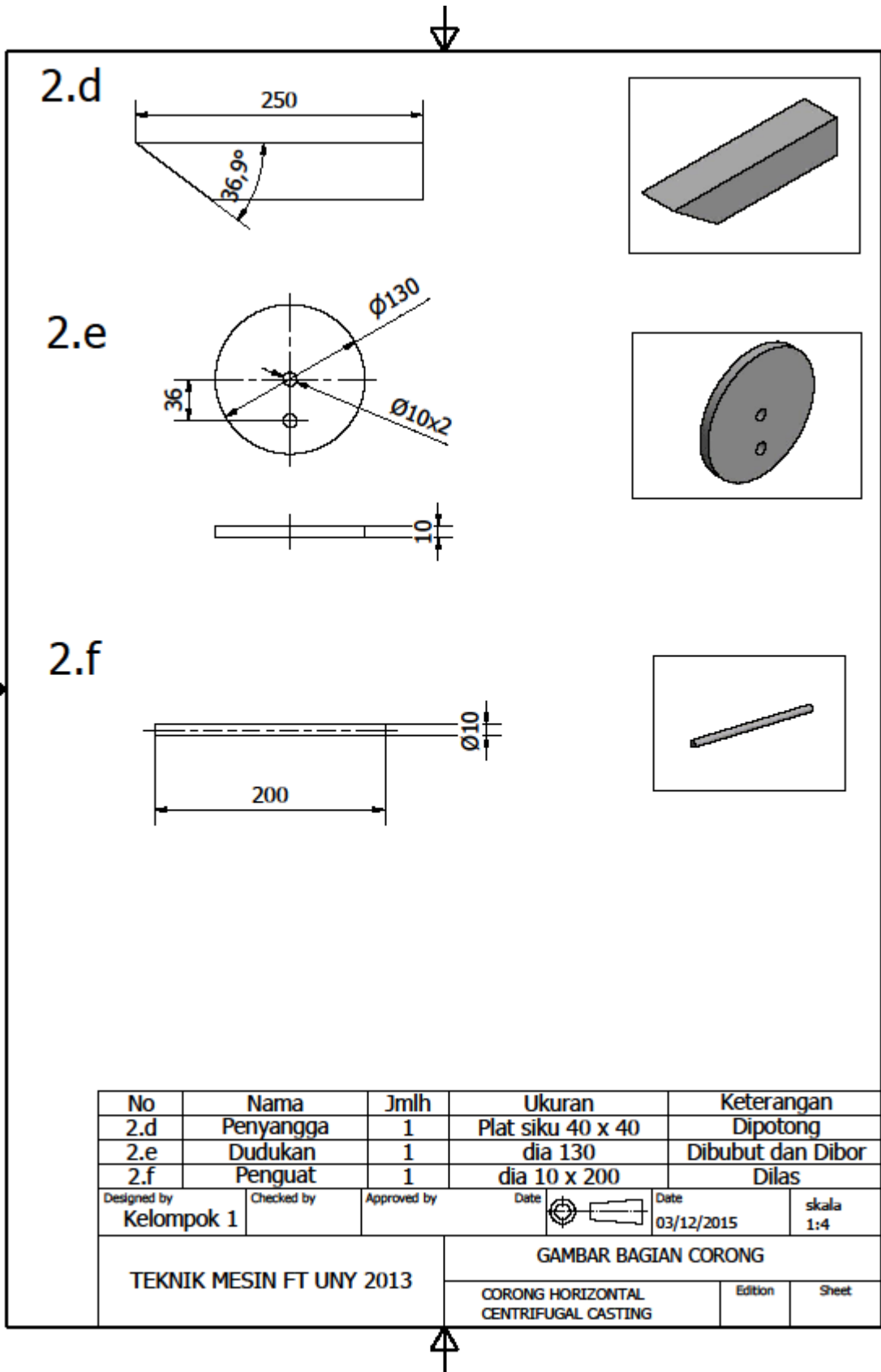
TEKNIK MESIN FT UNY 2013	GAMBAR GABUNGAN CORONG		
	CORONG HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING	Edition	Sheet



No	Nama	Jmlh	Ukuran	Keterangan
2.a	Bibir atas corong	1	dia 240	dikerjakan diluar
2.b	Corong utama	1	dia 240	dikerjakan diluar
2.c	Jalur aliran	Satu set	pipa dia 50	dipotong

Designed by Kelompok 1	Checked by	Approved by	Date 03/12/2015	skala 1:6
---------------------------	------------	-------------	--------------------	--------------

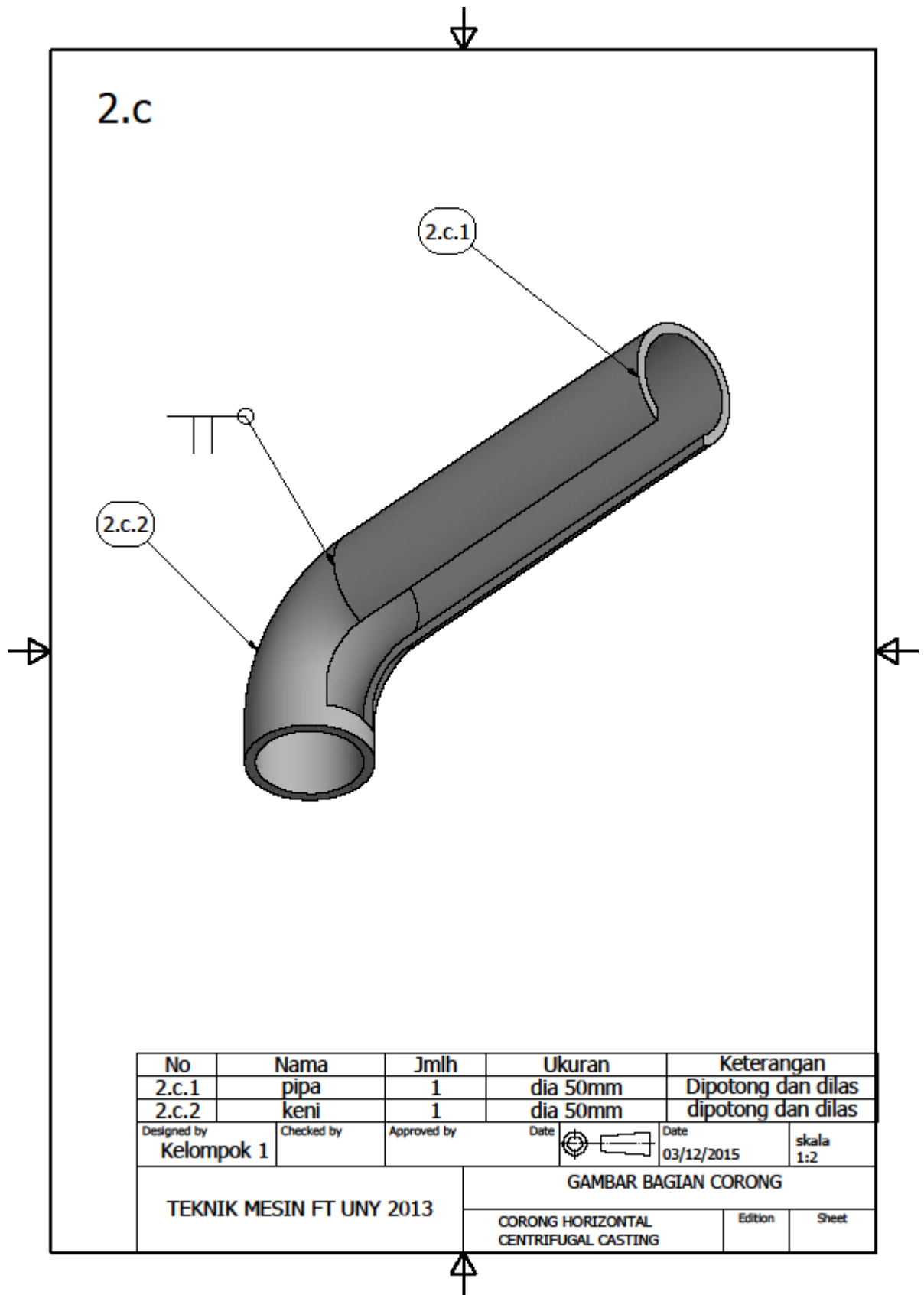
TEKNIK MESIN FT UNY 2013	GAMBAR BAGIAN CORONG		
	CORONG HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING	Edition	Sheet



No	Nama	Jmlh	Ukuran	Keterangan
2.d	Penyangga	1	Plat siku 40 x 40	Dipotong
2.e	Dudukan	1	dia 130	Dibubut dan Dibor
2.f	Penguat	1	dia 10 x 200	Dilas

Designed by Kelompok 1	Checked by	Approved by	Date 03/12/2015	skala 1:4
---------------------------	------------	-------------	--------------------	--------------

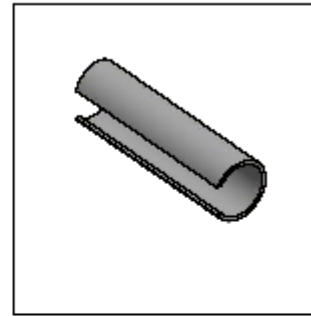
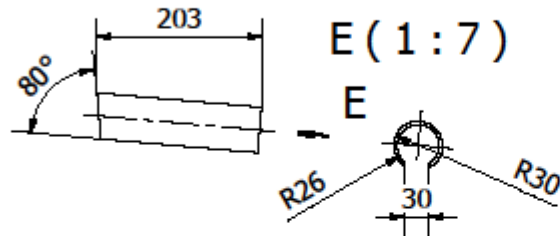
TEKNIK MESIN FT UNY 2013	GAMBAR BAGIAN CORONG		
	CORONG HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING	Edition	Sheet



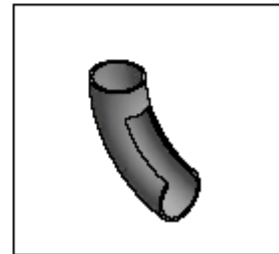
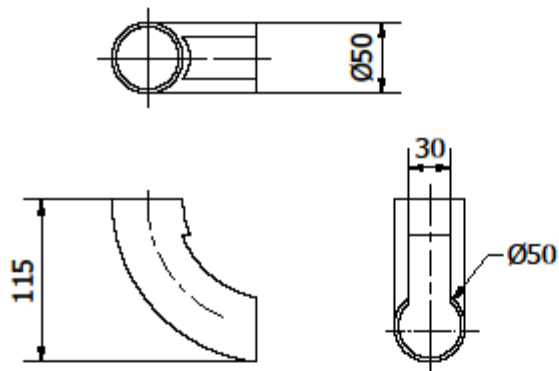
No	Nama	Jmlh	Ukuran	Keterangan
2.c.1	pipa	1	dia 50mm	Dipotong dan dilas
2.c.2	keni	1	dia 50mm	dipotong dan dilas
Designed by Kelompok 1		Checked by	Approved by	Date 03/12/2015
TEKNIK MESIN FT UNY 2013		GAMBAR BAGIAN CORONG		
		CORONG HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING	Edition	Sheet

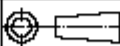


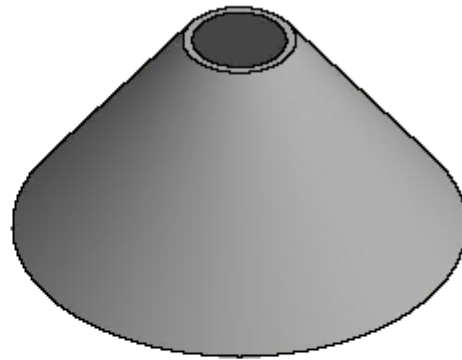
2.c.1



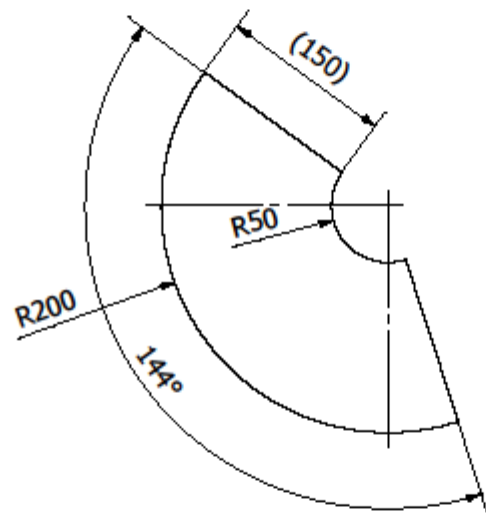
2.c.2



No	Nama	Jmlh	Ukuran	Keterangan
2.c.1	pipa	1	dia 50mm	Dipotong dan dilas
2.c.2	keni	1	dia 50mm	beli
Designed by Kelompok 1	Checked by	Approved by	Date 	Date 03/12/2015
TEKNIK MESIN FT UNY 2013		GAMBAR BAGIAN CORONG		
		CORONG HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING	Edition	Sheet



GAMBAR BUKAAN



No	Nama	Jmlh	Ukuran	Keterangan
2.b	Corong utama	1	Plat tebal 4 mm	dikerjakan diluar
Designed by Kelompok 1	Checked by	Approved by	Date 03/12/2015	skala 1:5
TEKNIK MESIN FT UNY 2013		GAMBAR BUKAAN CORONG		
		CORONG HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING	Edition	Sheet

FOTO PROSES PEMBUATAN



FOTO UJI KINERJA



FOTO HASIL PENGECORAN



PERHITUNGAN UJI KEKERASAN VICKERS DAN KONVERSI BAHAN

Hasil Pengukuran Diagonal Indentasi

Nama Bagian	Diagonal indentasi (mm)		Diagonal rata-rata
	D1	D2	
Dudukan	0,8	0,8	0,8
	0,9	0,8	0,85
	0,8	0,8	0,8
<i>Flange</i> depan, belakang dan tutup tabung	0,8	0,9	0,85
	0,9	0,8	0,85
	1	0,8	0,9
Tabung	0,9	0,9	0,9
	1	0,8	0,9
	0,9	0,9	0,9
Kancing	1	1	1
	1	1	1
	1,1	0,9	1

Perhitungan :

$$HV = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2} = \dots$$

dengan : P = beban yang digunakan (kg) = 60kg

d = panjang diagonal rata-rata (mm)

θ = sudut antara permukaan intan yang berhadapan = 136°

Uji Dudukan :

$$1. HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{0,8^2} = 173,8 \text{ kg/mm}^2$$

$$2. HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{0,85^2} = 153,9 \text{ kg/mm}^2$$

$$3. HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{0,8^2} = 173,8 \text{ kg/mm}^2$$

Uji Flange, dan Tutup :

$$1. HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{0,85^2} = 153,9 \text{ kg/mm}^2$$

$$2. HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{0,85^2} = 153,9 \text{ kg/mm}^2$$

$$3. HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{0,9^2} = 137,3 \text{ kg/mm}^2$$

Uji Tabung :

$$1. HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{0,9^2} = 137,3 \text{ kg/mm}^2$$

$$2. HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{0,9^2} = 137,3 \text{ kg/mm}^2$$

$$3. HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{0,9^2} = 137,3 \text{ kg/mm}^2$$

Uji Kancing :

$$1. HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{1^2} = 111,24 \text{ kg/mm}^2$$

$$2. HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{1^2} = 111,24 \text{ kg/mm}^2$$

$$3. HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{1^2} = 111,24 \text{ kg/mm}^2$$

Hasil Perhitungan dari Uji Kekerasan Vickers

Nama Bagian	Diagonal indentasi (mm)		Diagonal rata-rata	Harga kekerasan Vickers (kg/mm ²)	Harga kekerasan Vickers (kg/mm ²) rata-rata
	D1	D2			
Dudukan	0,8	0,8	0,8	173,8	167,1
	0,9	0,8	0,85	153,9	
	0,8	0,8	0,8	173,8	
<i>Flange</i> depan, belakang dan tutup tabung	0,8	0,9	0,85	153,9	148,36
	0,9	0,8	0,85	153,9	
	1	0,8	0,9	137,3	
Tabung	0,9	0,9	0,9	137,3	137,3
	1	0,8	0,9	137,3	
	0,9	0,9	0,9	137,3	
Kancing	1	1	1	111,24	111,24
	1	1	1	111,24	
	1,1	0,9	1	111,24	

Setelah diketahui hasil kekerasan Vickers dari masing-masing komponen, hasil dikonversikan dengan *Hardness Conversion Table* untuk mendapatkan hasil kekerasan Brinell dan hasil uji tarik.

Hardness Conversion Table.

Hardness Conversion Table				
Tensile Strength (N/mm ²)	Brinell Hardness (BHN)	Vickers Hardness (HV)	Rockwell Hardness (HRB)	Rockwell Hardness (HRC)
285	86	90		
320	95	100	56.2	
350	105	110	62.3	
385	114	120	66.7	
415	124	130	71.2	
450	133	140	75.0	
480	143	150	78.7	
510	152	160	81.7	
545	162	170	85.0	
575	171	180	87.1	
610	181	190	89.5	
640	190	200	91.5	
675	199	210	93.5	
705	209	220	95.0	
740	219	230	96.7	
770	228	240	98.1	
800	238	250	99.5	
820	242	255		23.1
850	252	265		24.8
880	261	275		26.4

Sehingga didapat nilai kekerasan Brinell dan Uji tarik :

No	Komponen	Kekerasan Vickers (kg/mm ²)	Kekerasan Brinell (kg/mm ²)	Uji Tarik (N/mm ²)
1	Dudukan	167	162	545
2	Flange depan, belakang dan Tutup	148	143	480
3	Tabung	137	133	450
4	Kancing	111	105	350

Setelah diketahui nilai kekerasan Brinell dan Uji Tarik, hasil dikonversikan dengan tabel DIN 17100 (Tabel DIN 17100 dilampiran 7), sehingga didapat jenis bahan, yaitu:

No	Komponen	Bahan
1	Dudukan	ST 50
2	Flange depan, belakang dan Tutup	ST 42
3	Tabung	ST 42
4	Kancing	ST 34

PERHITUNGAN UJI KEKERASAN VICKERS HASIL PENGECORAN

Hasil Uji Kekerasan Vickers Pengecoran Centrifugal

Bahan	Uji	Diagonal indentasi (mm)		Diagonal rata-rata	Harga kekerasan Vickers (kg/mm ²)	Harga kekerasan rata-rata Vickers (kg/mm ²)
		D1	D2			
Aluminium (<i>centrifugal casting</i>)	1	1	1	1	111,24	<u>95,76</u>
	2	1,1	1,1	1,1	91,93	
	3	1,1	1,2	1,15	84,11	

Perhitungan :

$$HV = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2} = \dots$$

dengan : P = beban yang digunakan (kg) = 60kg

d = panjang diagonal rata-rata (mm)

θ = sudut antara permukaan intan yang berhadapan = 136°

Uji 1 :

$$HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{1^2} = \mathbf{111,24 \text{ kg/mm}^2}$$

Uji 2 :

$$HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{1,1^2} = \mathbf{91,93 \text{ kg/mm}^2}$$

Uji 3 :

$$HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{1,15^2} = \mathbf{84,11 \text{ kg/mm}^2}$$

Hasil Uji Kekerasan Vickers Pengecoran *Grafit Casting*

Bahan	Uji	Diagonal indentasi (mm)		Diagonal rata-rata	Harga kekerasan Vickers (kg/mm ²)	Harga kekerasan rata-rata Vickers (kg/mm ²)
		D1	D2			
Aluminium (<i>grafity casting</i>)	1	1,2	1,2	1,2	77,25	79,53
	2	1,2	1,2	1,2	77,25	
	3	1,2	1,1	1,15	84,11	

Perhitungan :

$$HV = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2} = \dots$$

dengan : P = beban yang digunakan (kg) = 60kg

d = panjang diagonal rata-rata (mm)

θ = sudut antara permukaan intan yang berhadapan = 136°

Uji 1 :

$$HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{1,2^2} = 77,25 \text{ kg/mm}^2$$

Uji 2 :

$$HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{1,2^2} = 77,25 \text{ kg/mm}^2$$

Uji 3 :

$$HV = \frac{(1,854)P}{d^2} = \frac{(1,854)60}{1,15^2} = 84,11 \text{ kg/mm}^2$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat hasil 111,24 kg/mm², 91,93 kg/mm², dan 84,11kg/mm² dari hasil tersebut dihitung rata-ratanya sehingga didapat hasil **95,76kg/mm²**, sedangkan untuk nilai kekerasan pengecoran metode *grafity casting* adalah 74,5 kg/mm², 74.5 kg/mm², dan 67,4 kg/mm² dari hasil tersebut di rata-rata didapat nilai kekerasan **79,53kg/mm²**. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kekerasan pengecoran metode centrifugal menghasilkan nilai kekerasan lebih tinggi.

Tabel 5.6.: Baja konstruksi umum menurut DIN 17100 (Sept. 1966)

1 Simbol dengan grup kualitas	2 Tipe deoksidasi	No. bahan	Jenis baja menurut EURONORM 25	Kadar C (%) ≤	Kekuatan			HB	Penggunaan
					σ_B sampai 100 mm ϕ (N/mm ²)	³ σ_s min (N/mm ²)	δ 5 min (%)		
St 33-1		1.0033	Fe 33-0	—	340...490	190	18	—	Untuk bagian tanpa beban khusus
St 33-2		1.0035	—	—	340...490	190	18	—	
St 34-1	U	1.0100	Fe 34-A	0,17	330...410	200	28	95...120	Baja tempa, mudah dikerjakan, baik untuk paku keling dan sekrup, pelat ekstrusi dan pipa.
	R	1.0150							
St 34-2	U	1.0102	Fe 34-B3FU	0,15					
	R	1.0108	Fe 34-B3FN						
St 37-1	U	1.0110	Fe 37-A	0,20	360...440	240	25	105...125	Baja tempa, biasa dipakai dikonstruksi mesin, untuk tangki dan ketel, mudah dilas.
	R	1.0111							
St 37-2	U	1.0112	Fe 37-B3FU	0,18					
	R	1.0114	Fe 37-B3FN						
St 37-3	RR	1.0116	Fe 37-C3	0,17					
St 42-1	U	1.0130	Fe 42-A	0,25	410...490	250	22	120...140	Komponen pres dan tempa, poros beban sedang, batang engkol kecil, mudah dilas.
	R	1.0131							
St 42-2	U	1.0132	Fe 42-B3FU	0,25					
	R	1.0134	Fe 42-B3FN						
St 42-3	RR	1.0136	Fe 42-C3	0,23					
St 50-1	R	1.0530	Fe 50-1	0,25	490...500	290	20	140...170	Poros beban tinggi, batang engkol mudah dikerjakan, sulit dikeraskan.
St 50-2	R	1.0532	Fe 50-2	0,30					
St 52-3	RR	1.0841	Fe 52-C3	0,2	510...610	350	22	—	Baja konstruksi bangunan, mudah dilas.
St 60-1	R	1.0540	Fe 60-1	0,35	590...710	330	15	170...195	Untuk komponen pembebanan tinggi dan beban gesek, pena pasak, spi, roda gigi, spindel, dapat dikeraskan.
St 60-2	R	1.0572	Fe 60-2	0,40					
St 70-2	R	1.0632	Fe 70-2	0,5	690...830	360	10	195...240	Untuk komponen yang sangat keras noken as, penggiling, cetakan, dapat dilakukan, temper dan bisa dikerjakan.

¹ Untuk grup kualitas utama, harus mengandung kadar % P, S atau N yang rendah.

Q : Tepi yang tidak retak; Z : batang tarik; P : tempa; Ro : untuk pipa.

² U : tidak stabil, R : stabil, RR : dituang dalam keadaan sangat stabil.

³ Harga untuk tebal ≤ 16 mm, untuk 16... 40, σ_s ... 10 N/mm², untuk 40... 100 mm, σ_s ... 20 N/mm² dipilih lebih rendah.

KAPASITAS MESIN

$V_{\max} = V_{\text{tabung cetakan}} - V_{\text{rongga dalam}}$

$$V_{\max} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot t - \frac{\pi d^2}{4} \cdot t$$

$$V_{\max} = \frac{3,14 \cdot 205^2}{4} \cdot 200 - \frac{3,14 \cdot 45^2}{4} \cdot 200$$

$$\begin{aligned} V_{\max} &= 6\,597\,925 \text{ mm}^3 - 1\,271\,700 \text{ mm}^3 \\ &= 5\,326\,225 \text{ mm}^3 \text{ atau } 0,00533 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sehingga didapat volume yang akan dicor (V_{akhir}) yaitu $0,00533 \text{ m}^3$ untuk menghitung beratnya maka V_{akhir} dikalikan massa jenis, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Berat} &= V \times \rho_{\text{aluminium}} \\ &= 0,00533 \text{ m}^3 \times 2700 \text{ kg/m}^3 \\ &= 14,39 \text{ kg} \end{aligned}$$

Keterangan =

$$\pi = 3,14$$

D = diameter pipa aluminium

d = diameter rongga dalam

t = tinggi tabung

V = volume

ρ = massa jenis aluminium